

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-258278

(43)Date of publication of application : 11.09.2002

(51)Int.Cl. G02F 1/1335  
G02B 5/02  
G02F 1/1343  
G09F 9/30  
G09F 9/35

(21)Application number : 2001-376016

(71)Applicant : TOSHIBA CORP

(22)Date of filing : 10.12.2001

(72)Inventor : HANAZAWA YASUYUKI  
NAGAYAMA KOHEI

(30)Priority

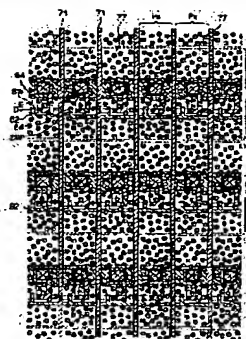
Priority number : 2000395931 Priority date : 26.12.2000 Priority country : JP

## (54) LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a high quality display image by utilizing incident light from surrounding.

SOLUTION: A display device contains an array substrate, an opposed substrate, a liquid crystal layer which is placed in between these substrates and divided into more than one of pixel areas Px that are independently controlled their arrangement of liquid crystal molecules from these substrates, and a reflection plate 77 formed on the array substrate in order to scatter the incident light through the opposed substrate and liquid crystal layer. These pixel areas Px, in particular, is approximately matrix shape and the reflection plate 77 contains more than one kinds of projecting and recessing patterns that are combined not to adjoin the same patterns in at least one direction of the column or the row of these pixel areas Px.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

07.12.2004

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

BEST AVAILABLE COPY

**\* NOTICES \***

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

[Claim(s)]

[Claim 1] The 1st and 2nd electrode substrate and the liquid crystal layer classified into two or more pixel fields by which it is pinched between said 1st and 2nd electrode substrates, and liquid crystal molecular arrangement is respectively controlled from said 1st and 2nd electrode substrate, It has the reflecting plate formed in said 1st electrode substrate in order to scatter the light which carries out incidence through said 2nd electrode substrate and said liquid crystal layer. Said two or more pixel fields are liquid crystal displays characterized by being an abbreviation matrix-like and said reflecting plate containing two or more sorts of concavo-convex patterns together put so that a concavo-convex pattern of the same kind may not adjoin in either [ at least ] the line of two or more of said pixel fields, or the direction of a train.

[Claim 2] Said reflecting plate is a liquid crystal display according to claim 1 characterized by including the light transmission section for making light penetrate.

[Claim 3] Each concavo-convex pattern is a liquid crystal display according to claim 1 or 2 characterized by being constituted by two or more main dispersion sections arranged at random and the subdispersion section arranged so that said two or more main dispersion sections may be surrounded.

[Claim 4] The liquid crystal display according to claim 3 characterized by for said main dispersion section being either heights or a crevice, and said subdispersion section being another side of said heights and said crevice.

[Claim 5] Said reflecting plate is a liquid crystal display according to claim 3 with which it is constituted with two or more pixel electrodes formed in said 1st electrode substrate corresponding to said two or more pixel fields, and each concavo-convex pattern is characterized by being formed in at least one to which it corresponds of said two or more pixel electrodes.

[Claim 6] Each concavo-convex pattern is a liquid crystal display according to claim 5 characterized by what is prescribed by the configuration of the organic compound insulator formed as a substrate of a correspondence pixel electrode.

[Claim 7] The liquid crystal display according to claim 1 or 2 characterized by said thing [ being arranged so that two or more combination of the concavo-convex pattern of a seed may be repeated in said two or more pixel fields ].

[Claim 8] It is the liquid crystal display according to claim 3 which is assigned to said pixel field of the foreground color from which the concavo-convex pattern of a seed differs mutually, respectively, and is characterized by the average pitch of the main dispersion section of each concavo-convex pattern being [ two or more ] dependent on the wavelength of the foreground color of a correspondence pixel field.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3. In the drawings, any words are not translated.

---

**DETAILED DESCRIPTION**

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the liquid crystal display which displays an image using the internal light source like a back light from a perimeter in addition to the external light source like the outdoor daylight which carries out incidence, or this external light source.

[0002]

[Description of the Prior Art] In recent years, the liquid crystal display is applied to a personal computer, television, a word processor, and various devices like a cellular phone. While the application range of a liquid crystal display spreads in this way, the requests of advanced features, such as small, power saving, and low cost, are also mounting. As a display for applications which are used regardless of the outdoors like especially a cellular phone, and indoor, the demand having the description of a reflective mold liquid crystal display and a transparency mold liquid crystal display of development of a transfective LCD has been increasing.

[0003] A transfective LCD can also display an image by it not only displaying an image, but reflecting outdoor daylight with a reflecting plate in an outdoor environment with much outdoor daylight which carries out incidence from a perimeter like a reflective mold liquid crystal display, and carrying out an optical modulation in a liquid crystal layer by carrying out the optical modulation of the transmitted light from a back light in a liquid crystal layer by indoor environment with little outdoor daylight which carries out incidence from a perimeter like a transparency mold liquid crystal display. In reflecting outdoor daylight with a reflecting plate in a reflective mold or transfective type liquid crystal equipment, it becomes important in order that not attenuating optical reinforcement of outdoor daylight as much as possible may display a bright image. Since especially the reflection property of a reflecting plate influences attenuation of optical reinforcement greatly, the optimization for obtaining the reflection property which reflects efficiently the outdoor daylight which carries out incidence at all include angles is tried.

[0004] Drawing 17 shows the concavo-convex pattern formed in each of two or more pixel electrodes used as a reflecting plate in the conventional reflective mold liquid crystal display. This concavo-convex pattern controls dispersion of the reflected light including the crevice arranged so that two or more hemispherical heights arranged irregularly in the electrode surface and these circular heights may be surrounded to centralize the reflected light on the field of the fixed range, or to raise reflected light reinforcement to the specific observation direction.

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, when it stands in a line as the concavo-convex pattern of a single kind shows drawing 17, and formed in each of two or more pixel electrodes, a quality display image cannot be obtained. That is, since interference of the light scattered about by the concavo-convex pattern of these pixel electrode becomes regular as a whole, an image becomes hard to see by this interference. Moreover, since the liquid crystal ingredient of a liquid crystal layer has the wavelength dependency of a refractive index, even if white outdoor daylight carries out incidence to the concavo-convex pattern of a pixel electrode from an one direction through a liquid crystal layer, it

brings a result scattered about in the different direction for every wavelength. Therefore, the color of an image will change with an observer's viewing angles over the screen. Especially, in the liquid crystal display for color displays, this will become a color blot and will degrade the quality of a display image remarkably.

[0006] This invention is made in view of such fault, and aims at offering the liquid crystal display which can obtain a more nearly quality display image using the outdoor daylight which carries out incidence from a perimeter. [0007]

[Means for Solving the Problem] The liquid crystal layer which is classified into two or more pixel fields by which it is pinched between the 1st and 2nd electrode substrate and the 1st and 2nd electrode substrate, and liquid crystal molecular arrangement is respectively controlled from said 1st and 2nd electrode substrate according to this invention, It has the reflecting plate formed in the 1st electrode substrate in order to scatter the light which carries out incidence through the 2nd electrode substrate and said liquid crystal layer. Two or more pixel fields are abbreviation matrices-like, and the liquid crystal display containing two or more sorts of concavo-convex patterns together put so that a concavo-convex pattern with a reflecting plate of the same kind may not adjoin in either [ at least ] the line of two or more of said pixel fields or the direction of a train is offered.

[0008] In this liquid crystal display, the reflecting plate contains two or more sorts of concavo-convex patterns together put so that a concavo-convex pattern of the same kind may not adjoin. That is, since the concavo-convex patterns which adjoin in either [ at least ] the line of two or more pixel fields or the direction of a train differ mutually, interference of the light scattered about by these irregularity pattern can be made irregular as a whole. Therefore, it can reduce hard to see [ of the image by interference of light ], without spoiling good contrast at the time of a reflective display.

[0009]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the reflective mold liquid crystal display concerning the 1st operation gestalt of this invention is explained with reference to an accompanying drawing.

[0010] Drawing 1 shows the partial planar structure of this reflective mold liquid crystal display, and drawing 2 shows the cross-section structure near [ which is shown in drawing 1 ] a pixel. This liquid crystal display is equipped with the liquid crystal layer 85 pinched between the array substrate 78, the opposite substrate 82, these substrates 78, and 82 as shown in drawing 2.

[0011] two or more scanning lines 62 with which the array substrate 78 is arranged along with the line of an insulating substrate 60, two or more pixel electrodes 77 with which it is arranged in the shape of a matrix, two or more signal lines 71 arranged in accordance with the train of these pixel electrode 77, and these pixel electrode 77 -- scanning-line 62 corresponding to each And the wrap orientation film 83 is included for the drive circuit which drives two or more thin film transistor (TFT) SW, two or more scanning lines 62, and two or more signal lines 71 which are arranged as a switching element for pixels near the crossover location of the correspondence signal line 71, and two or more pixel electrodes 77. The opposite substrate 82 has [ the insulating substrate 79 of light transmission nature, the coloring layer 80 formed on an insulating substrate 79 as the red who counters the pixel electrode 77 of a correspondence train respectively, and ranks with a line writing direction in order, green, and a blue stripe-like color filter, and the coloring layer 80 ] the wrap orientation film 84 for the wrap transparence counterelectrode 81 and this counterelectrode 81. Moreover, a polarizing plate 40 is stuck on the transparence insulating substrate 79 in the opposite side in the coloring layer 80. With this reflective mold liquid crystal display, the liquid crystal layer 85 is divided to two or more pixel fields PX respectively corresponding to two or more pixel electrodes 77, and each pixel field PX is mostly specified between the two contiguity scanning lines 62 and two contiguity signal lines 71. Each thin film transistor SW answers the scan pulse supplied from the correspondence scanning line 62, flows, and supplies the potential of the correspondence signal line 71 to the correspondence pixel electrode 77. Each pixel electrode 77 is impressed to the correspondence pixel field PX of the liquid crystal layer 85 by making potential of the correspondence signal line 71 into pixel potential, and controls the

permeability of the pixel field PX based on the potential difference of this pixel potential and the potential of a counterelectrode 81. The drive circuit of the scanning line 62 and a signal line 71 is constituted by two or more thin film transistors formed like the switching element for pixels, and these wiring. These thin film transistors contain a P channel mold and an N channel mold.

[0012] In the array substrate 78, each thin film transistor SW has the semi-conductor layer 67, the gate electrode 64 which is insulated and formed above this semi-conductor layer 67, and is connected to the correspondence scanning line 62, and the source and the drain electrodes 66 and 65 which contact the semi-conductor layer 67 through contact holes 69 and 70 in the both sides of the gate electrode 64, and are connected to the correspondence pixel electrode 77 and the correspondence signal line 71, respectively. The semi-conductor layer 67 is formed on an insulating substrate 60, and is covered by gate dielectric film 61 together with an insulating substrate 60. It insulates from the semi-conductor layer 67 with this gate dielectric film 61, and the gate electrode 64 is formed in one with the correspondence scanning line 62 on this gate dielectric film 61. It is formed on gate dielectric film 61 so that further two or more auxiliary capacity lines 63 may carry out capacity coupling to the pixel electrode 77 of a multi-line, respectively. The gate electrode 64, the scanning line 62, and the auxiliary capacity line 63 are covered with an interlayer insulation film 68 together with gate dielectric film 61. Contact holes 69 and 70 are formed in an interlayer insulation film 68 and gate dielectric film 61 so that source 67b and drain 67a which are formed in the semi-conductor layer 67 in the both sides of the gate electrode 64 may be exposed. The source and the drain electrodes 66 and 65 contact source 67b and drain 67a of the semi-conductor layer 67 in these contact holes 69 and 70, respectively, and are formed on an interlayer insulation film 68. The source electrode 66 is formed on an interlayer insulation film 68 in [ as the extended source electrode 72 ] one, and the drain electrode 65 is formed in one with the correspondence signal line 71 on an interlayer insulation film 68. The source electrode 66, the extended source electrode 72, the drain electrode 65, and a signal line 71 are covered with the protection insulator layer 73 together with an interlayer insulation film 68. This protection insulator layer 73 has the contact hole 74 which exposes the extended source electrode 72 partially, and is covered with an organic compound insulator 76. An organic compound insulator 76 has the contact hole 75 which exposes the extended source electrode 72 partially corresponding to the contact hole 74 of the protection insulator layer 73. The pixel electrode 77 contacts the extended source electrode 72 in contact holes 74 and 75, is formed on an organic compound insulator 76, and is covered with the orientation film 83.

[0013] Two or more pixel electrodes 77 are metal layers which function also as a reflecting plate over which the light which carries out incidence through the liquid crystal layer 85 from the opposite substrate 82 side is scattered with a high reflection factor, and are formed considering the up front face of an organic compound insulator 76 as a substrate. An organic compound insulator 76 has two or more concavo-convex patterns which consist of crevice 76b arranged so that two or more hemispherical heights 76a respectively arranged at random in the range of the pixel field PX and these heights 76a may be surrounded. Two or more pixel electrodes 77 are formed by predetermined thickness along with the concavo-convex pattern of an organic compound insulator 76 including silver, aluminum, or a metallic material like these alloys. For this reason, it has the concavo-convex pattern which consists of crevice 77b prescribed to surround two or more hemispherical heights 77a prescribed that each pixel electrode 77 is arranged at random in the range of the correspondence pixel field PX by two or more hemispherical heights 76a of an organic compound insulator 76, and these heights 77a, and to be arranged by crevice 76b of an organic compound insulator. The concavo-convex pattern of two or more pixel electrodes 77 is two kinds shown in drawing 3 by A and B, and it is arranged so that a concavo-convex pattern of the same kind may not adjoin in the line and the direction of a train of these pixel electrode 77. In the concavo-convex pattern of each pixel electrode, two or more heights 77a constitutes the main dispersion section to incident light, and crevice 77b constitutes the subdispersion section to incident light.

[0014] Next, the production process of the reflective mold liquid crystal display mentioned above is explained.

[0015] In manufacture of the array substrate 78, after using a high strain point glass plate, a quartz plate, etc. as an insulating substrate 60, and the semi-conductor layer's 67 depositing an amorphous silicon on an insulating substrate 60 by the thickness of about 50nm with a CVD method etc. and performing furnace annealing at 450 degrees C for 1 hour, by irradiating XeCl excimer laser, an amorphous silicon is crystallized as polycrystalline silicon film, and it is formed by carrying out patterning of this polycrystalline silicon film by the photo etching method further. Then, it is formed when gate dielectric film 61 deposits SiO<sub>x</sub> on the semi-conductor layer 67 and an insulating substrate 60 by the thickness of about 100nm with a CVD method. Then, it is formed, when the gate electrode of the gate electrode 64, the scanning line 62, the auxiliary capacity line 63, and the other thin film transistors for drive circuits and wiring deposit a simple substance, its cascade screen, or alloy film, such as Ta, Cr, aluminum, Mo, W, and Cu, by the thickness of about 400nm on gate dielectric film 61 and carry out patterning of this to a predetermined configuration by the photo etching method. Then, an impurity like Phosphorus is doped by the semi-conductor layer 67 by an ion implantation and the ion doping method using the gate electrode 64 as a mask, for example. Here, in the ambient atmosphere of PH<sub>3</sub>/H<sub>2</sub>, it is accelerated by acceleration voltage 80keV, and phosphorus ion is poured in by high concentration called dose 5x10<sup>15</sup> atoms/cm<sup>2</sup>. Then, the source and the drain electrode of the drain electrode 65 of the thin film transistor for pixels, the source electrode 66, and the N channel thin film transistor for drive circuits are formed.

[0016] Then, it is covered by the resist so that an impurity may not be injected into thin film transistor SW for pixels, and the N channel thin film transistor for drive circuits, for example, an impurity like boron is doped considering the gate electrode of the P channel thin film transistor for drive circuits as a mask. Here, in the ambient atmosphere of B<sub>2</sub>S<sub>3</sub>/H<sub>2</sub>, it is accelerated by acceleration voltage 80keV, and boron ion is poured in by high concentration called dose 5x10<sup>15</sup> atoms/cm<sup>2</sup>. Then, the source electrode and drain electrode of a P channel thin film transistor are formed. Furthermore, impurity impregnation for making the N channel mold thin film transistor SW into LDD (Lightly Doped Drain) structure is performed, it is activated by carrying out annealing of the impurity impregnation field, and source 67b and drain 67a are constituted.

[0017] then, the interlayer insulation film 68 -- for example, PECVD -- it is formed by depositing SiO<sub>2</sub> by the thickness of about 500nm using law on the gate electrode 64, the scanning line 62, the auxiliary capacity line 63, other drive circuit wiring, and gate dielectric film 61. Patterning of the interlayer insulation film 68 is carried out so that source 67b and drain 67a of the semi-conductor layer 67 may be exposed by the photo etching method, and thereby, it forms contact holes 69 and 70.

[0018] Then, a simple substance, its cascade screen, or alloy film, such as Ta, Cr, aluminum, Mo, W, and Cu, accumulate on an interlayer insulation film 68 by the thickness which is about 500nm, and patterning is carried out to a configuration predetermined by the photo etching method, and, thereby, they form wiring a signal line 71, the source electrode 66, the extended source electrode 72, and for drive circuits.

[0019] then, the protection insulator layer 73 -- SiN<sub>x</sub> -- PECVD -- it is formed by depositing on these wiring and an interlayer insulation film 68 in law, and it is formed when a contact hole 74 carries out patterning of the protection insulator layer 73 by the photo etching method.

[0020] Then, a photopolymer is applied by the thickness of about 2 micrometers on the protection insulator layer 73 as an organic compound insulator 76, this is partially exposed in the range corresponding to a contact hole 74 using the photo mask for contact holes 75, and it is exposed using the photo mask for concavo-convex patterns with two or more circular protection-from-light sections arranged in the random pitch in the range of each pixel field PX so that it may not lap with a signal line 71 further, for example. Here, the light exposure for concavo-convex patterns is set to about 10% - 50% of the light exposure for contact holes formed in an organic compound insulator 76. the size of 2x2 pixels which shows the photo mask for concavo-convex patterns by the thick wire in drawing 3 -- having -- the concavo-convex pattern A -- a pattern location (1 1) -- and (2 2) -- specifying -- the

concavo-convex pattern B -- a pattern location (2 1) -- and (1 2) it specifies. Exposure is performed shifting every 2 pixels of this photo mask to drawing 3 at the line writing direction of the pixel electrode 77, as an arrow head shows. In this case, whenever a photo mask reaches the last pixel electrode 77 of each line, it is shifted in the direction of a train of the pixel electrode 77 by 2 more pixels. On the contrary, this exposure may be performed, shifting every 2 pixels of photo masks in the direction of a train of the pixel electrode 77. In this case, whenever a photo mask reaches the last pixel electrode 77 of each train, it is shifted to the line writing direction of the pixel electrode 77 by 2 more pixels.

[0021] Then, in order that an organic compound insulator 76 may remove an above-mentioned exposure part, negatives are developed, and this forms two or more heights 76a and crevice 76b in an organic compound insulator 76 with a contact hole 75. In this phase, since heights 76a and crevice 76b are acute angles-like, heat treatment of the array substrate 78 is performed about 60 minutes at 200 degrees C. An angle will be able to be taken [ smooth ] by this the front face of heights 76a and crevice 76b.

[0022] Then, the pixel electrode 77 which it deposits on an organic compound insulator 76 by the thickness of about 200nm by the sputter, and patterning is carried out to a configuration predetermined by the photo etching method, and metal membranes, such as aluminum, nickel, Cr, and Ag, contact the extended source field 72 by this, and carries out capacity coupling to the auxiliary capacity line 63 is formed.

[0023] Then, in order to secure the predetermined gap where two or more pillar-shaped spacers serve as thickness of the liquid crystal layer 85, it is formed in a predetermined field, and it is formed when the orientation film 83 applies about 3 micrometers of polyimide of a low-temperature cure mold so that the pixel electrode 77 and an organic compound insulator 76 may be covered by printing, and it carries out rubbing processing of this.

[0024] On the other hand, in manufacture of the opposite substrate 82, a high strain point glass plate, a quartz plate, etc. are used as an insulating substrate 79 of light transmission nature, and the coloring layer 80 which distributed the pigment etc. is formed on this insulating substrate 79. The transparent counterelectrode 81 is formed by depositing ITO on the coloring layer 80 in a sputter. Then, it is formed when the orientation film 84 applies about 3 micrometers of polyimide of a low-temperature cure mold so that the transparence counterelectrode 81 may be covered by printing, and it carries out rubbing processing of this. In addition, rubbing processing of the orientation film 83 and 84 is performed in the direction in which 70 degrees of these orientation shafts shift mutually. The array substrate 78 and the opposite substrate 82 are unified after formation of the orientation film 83 and 84. The array substrate 78 and the opposite substrate 82 carry out the orientation film 83 and 84 inside, go, and, specifically, are stuck through a periphery sealant. The liquid crystal layer 85 uses as a cell liquid crystal impregnation space surrounded by the periphery sealant between the array substrate 78 and the opposite substrate 82, and is obtained by injecting a liquid crystal constituent like a nematic liquid crystal into this cell, and closing it. A polarizing plate 40 is in the condition that the liquid crystal layer 85 was pinched between the array substrate 78 and the opposite substrate 82 in this way, and is stuck on the transparence insulating substrate 79 in the opposite side in the coloring layer 80. A reflective mold liquid crystal display is completed as mentioned above.

[0025] According to the liquid crystal display of the 1st operation gestalt, a reflecting plate is constituted by two or more pixel electrodes 77, and each pixel electrode 77 has one side of the concavo-convex patterns A and B. Here, the concavo-convex patterns A and B are together put so that a concavo-convex pattern of the same kind may not adjoin, and they are formed in two or more pixel electrodes 77. That is, since adjoining concavo-convex patterns differ mutually in the line of two or more pixel fields PX, and each of the direction of a train, interference of the light scattered about by the concavo-convex patterns A and B of these pixel electrode 77 can be made irregular as a whole. For this reason, it can reduce hard to see [ of the image by interference of light ], without spoiling good contrast.

[0026] Drawing 4 shows the 1st modification of the pattern array shown in drawing 3. In the 1st



modification, the photo mask for concavo-convex patterns has the size of 3x3 pixels shown by the thick wire in drawing 4 . the concavo-convex pattern A -- a pattern location (1 1) -- and (2 3) (3 2) -- specifying -- the concavo-convex pattern B -- a pattern location (1 2) -- and (2 1) (3 3) -- specifying -- the concavo-convex pattern C -- a pattern location (1 3) -- and (2 2) (3 1) it specifies. Exposure is performed shifting every 3 pixels of this photo mask to drawing 4 at the line writing direction of the pixel electrode 77, as an arrow head shows. In this case, whenever a photo mask reaches the last pixel electrode 77 of each line, it is shifted in the direction of a train of the pixel electrode 77 by 3 pixels.

[0027] According to the 1st modification, the concavo-convex patterns A, B, and C are together put so that a concavo-convex pattern of the same kind may not adjoin, and they are formed in two or more pixel electrodes 77. Especially the array of the 1st modification can be made more irregular than the case of the array which shows interference of the light scattered about by the concavo-convex patterns A, B, and C of these pixel electrode 77 to drawing 3 as a whole. For this reason, it can reduce further hard to see [ of the image by interference of light ], without spoiling good contrast.

[0028] Drawing 5 shows the 2nd modification of the pattern array shown in drawing 3 . In the 2nd modification, the photo mask for concavo-convex patterns has the size of 3x3 pixels shown by the thick wire in drawing 5 . the concavo-convex pattern A -- a pattern location (1 1) -- and (2 3) (3 2) -- specifying -- the concavo-convex pattern B -- a pattern location (1 2) -- and (2 1) (3 3) -- specifying -- the concavo-convex pattern C -- a pattern location (1 3) -- and (2 2) (3 1) it specifies. Exposure is performed shifting every 2 pixels of this photo mask to drawing 5 in 3 pixels and the direction of a train at the line writing direction of the pixel electrode 77, as an arrow head shows.

[0029] According to the 2nd modification, the concavo-convex patterns A, B, and C are together put so that a concavo-convex pattern of the same kind may not adjoin, and they are formed in two or more pixel electrodes 77. Especially the array of the 2nd modification can be made more irregular than the case of the array which shows interference of the light scattered about by the concavo-convex patterns A, B, and C of these pixel electrode 77 to drawing 4 as a whole. For this reason, it can reduce further hard to see [ of the image by interference of light ], without spoiling good contrast.

[0030] Next, the reflective mold liquid crystal display concerning the 2nd operation gestalt of this invention is explained. Drawing 6 shows the partial planar structure of this reflective mold liquid crystal display. This liquid crystal display is constituted like the 1st operation gestalt except for the following things. For this reason, in drawing 6 , the same reference mark shows the same part as the 1st operation gestalt, and that explanation is omitted.

[0031] In this reflective mold liquid crystal display, it is formed in the pixel electrode 77 of the pixel field PX of a foreground color where two or more sorts of concavo-convex patterns differ mutually, respectively, and the average pitch of the main dispersion section of each concavo-convex pattern is dependent on the wavelength  $\lambda$  of the foreground color of the correspondence pixel field PX. Specifically, the average pitch of two or more heights 76a arranged at random is determined as each pixel electrode 77 corresponding to the wavelength  $\lambda$  of the correspondence color filter color of the coloring layer 80.

[0032] The pixel electrode 77 of n train, the pixel electrode 77 of n+1 train, and the pixel electrode 77 (here) of n+2 trains n= 1, 2 and 3, and -- counter the color filter of red, green, and blue, respectively. For example, the concavo-convex pattern R with which two or more heights 77a is arranged at random in the average pitch dred as the main dispersion section for red pixels The concavo-convex pattern G arranged at random and two or more heights 77a have [ two or more heights 77a ] the concavo-convex pattern B arranged at random in the average pitch dblue as the main dispersion section for blue pixels in the average pitch dgreen as the main dispersion section for green pixels. Moreover, in each of the concavo-convex patterns R, G, and B, it is arranged so that a crevice may surround two or more heights 77a as the subdispersion section like the 1st operation gestalt.

[0033] These average pitches dred, dgreen, and dblue are set up so long that it is so short that the wavelength  $\lambda$  of a color filter color is short and the wavelength  $\lambda$  of a color filter color is long,



and serve as relation called  $d_{red} > d_{green} > d_{blue}$ . In order to perform a good white display, it is reflected in the direction in which the white lights which carried out incidence differ mutually in red, green, and a blue pixel field corresponding to each wavelength  $\lambda$  from the same, and specifically, it is set up so that outgoing radiation may be mutually carried out in the equal direction.

[0034] Next, as a beam-of-light locus is shown in drawing 17, the concavo-convex pattern of a single kind compares with the reflective mold liquid crystal display of the 2nd operation gestalt shown in the reflective mold liquid crystal display and drawing 6 of the former formed in all pixel electrodes. Drawing 18 shows the beam-of-light locus in the cross section of the pixel field for red which met the XVIII-XVIII line shown in drawing 17, and drawing 19 shows the beam-of-light locus in the cross section of the pixel field for blue which met the XIX-XIX line shown in drawing 17.  $n_1$  expresses with drawing 18 and drawing 19 the incident angle of the incident light by which the refractive index in air and  $n_2$  go to the refractive index of a liquid crystal ingredient, and  $\theta_1$  goes to a liquid crystal layer from the exterior, the outgoing radiation angle of the incident light by which  $\theta_2$  is refracted in a liquid crystal layer, and faces to a pixel electrode, the inclination of a pixel electrode [ as opposed to a horizontal plane in  $\theta_3$  ], and the outgoing radiation angle of the reflected light which  $\theta_4$  is reflected with a pixel electrode and goes to the exterior of a liquid crystal layer, respectively. The outgoing radiation angle  $\theta_4$  has the following relation to the incident angle  $\theta_1$ , an inclination  $\theta_3$ , a refractive index  $n_1$ , and a refractive index  $n_2$ .

[0035]

[Equation 1]

[0036] Here, as for the refractive index  $n_2$  of a liquid crystal ingredient, since the short wavelength is generally larger, as for the outgoing radiation angle  $\theta_4$ , wavelength  $\lambda$  becomes so large that it is short from an upper type to the incident light from  $\theta_1$  direction. namely, -- if the outgoing radiation angle of  $\theta_4$  (red) and blue component light is set to  $\theta_4$  (blue) for the outgoing radiation angle of red component light -- these --  $\theta_4$  (red)  $>$  It becomes relation called  $\theta_4$  (blue). Therefore, when the concavo-convex pattern of a single kind is formed in all pixel electrodes regardless of a foreground color like the conventional reflective mold liquid crystal display shown in drawing 17, since coloring of the reflected light will be observed in the direction of slant to a liquid crystal layer, a good white display cannot be performed.

[0037] On the other hand, in the reflective mold liquid crystal display of the 2nd operation gestalt shown in drawing 6, the concavo-convex patterns R, G, and B are formed in red, green, and the pixel electrode 77 of the pixel field PX for blue, respectively, and it is dependent on the red whose average pitch of the main dispersion section of the concavo-convex patterns R, G, and B is the foreground color of each pixel field PX, green, and the blue wavelength  $\lambda$ . Drawing 7 shows the beam-of-light locus in the cross section of the pixel field for red which met the VII-VII line shown in drawing 6, and drawing 8 shows the beam-of-light locus in the cross section of the pixel field for blue which met the VIII-VIII line shown in drawing 6.  $n_1$  expresses with drawing 7 and drawing 8 the incident angle of the incident light by which the refractive index in air and  $n_2$  go to the refractive index of a liquid crystal ingredient, and  $\theta_1$  goes to the liquid crystal layer 85 from the exterior, the outgoing radiation angle of the incident light by which  $\theta_2$  is refracted in the liquid crystal layer 85, and faces to the pixel electrode 77, the inclination of the pixel electrode [ as opposed to a horizontal plane in  $\theta_3$  ] 77, and the outgoing radiation angle of the reflected light which  $\theta_4$  is reflected with the pixel electrode 77, and goes to the exterior of the liquid crystal layer 85, respectively. The pitch of heights 77a is longer than the pitch shown in drawing 8 in drawing 7. Although the difference of elevation of heights 77a and crevice 77b does not change with above-mentioned pitches, the one where a pitch is longer can form small the maximum of the inclination  $\theta_3$  of the pixel electrode 77 to a horizontal plane. namely, the case where lengthened further the pitch used as the inclination  $\theta_3$  of the pixel electrode 77, and

inclination  $\theta_3'$  of the pixel electrode 77 is obtained -- inclining --  $\theta_3$  and  $\theta_3'$  --  $\theta_3'$  --  $\theta_3$ . It becomes relation called  $\theta_3$ . Here, an outgoing radiation angle can be made into the uniform value independent of a foreground color by selecting a pitch from the relation of an upper type for every foreground color so that it may become the outgoing radiation angle  $\theta_4$  (blue) of the outgoing radiation angle  $\theta_4(\text{red}) = \text{blue component light of red component light}$ . Since it can lose by this that coloring of the reflected light is observed also in the direction of slant to the liquid crystal layer 85, a good white display can be performed.

[0038] The photo mask for concavo-convex patterns has the size of 1x3 pixels shown by the thick wire in drawing 9, specifies the concavo-convex pattern R in a pattern location (1 1), specifies the concavo-convex pattern G in a pattern location (1 2), and specifies the concavo-convex pattern B in a pattern location (1 3). Exposure is performed shifting every 3 pixels of this photo mask to drawing 9 at the line writing direction of the pixel electrode 77, as an arrow head shows. In this case, whenever a photo mask reaches the last pixel electrode 77 of each line, it is shifted in the direction of a train of the pixel electrode 77 by 1 pixel.

[0039] According to the liquid crystal display of the 1st operation gestalt, the concavo-convex patterns R, G, and B are together put so that a concavo-convex pattern of the same kind may not adjoin, and they are formed in two or more pixel electrodes 77. Thereby, interference of the light scattered about by the concavo-convex patterns R, G, and B of the pixel electrode 77 can be made irregular as a whole. Therefore, it can reduce further hard to see [ of the image by interference of light ], without spoiling good contrast. Furthermore, red and since it is determined corresponding to the wavelength  $\lambda$  of the color filter of green and blue, a good white display can be performed, respectively, without observing coloring of the reflected light also in the direction of slant to the liquid crystal layer 85, so that the average pitch of the main dispersion section of these irregularity patterns R, G, and B, i.e., heights 77a, may make the outgoing radiation angle  $\theta_4$  in agreement.

[0040] Drawing 10 shows the combination of the concavo-convex pattern shown in drawing 9, and the modification of an array. This modification is applied when arranged in the shape of a matrix instead of the color filter of red, green, and blue being a stripe-like. In this case, the photo mask for concavo-convex patterns has the size of 3x3 pixels shown by the thick wire in drawing 10. The pattern location corresponding to the pixel field PX for red for the concavo-convex pattern R (1 1), And (3 2) the pattern location corresponding to [ specify and ] the pixel field PX for green for the concavo-convex pattern G (1 2), (2 Three) (2 One) and (3 3) the pattern location (1 3) corresponding to [ specify and ] the pixel field PX for blue for the concavo-convex pattern B -- and (2 2) (3 1) it specifies. Exposure is performed shifting every 3 pixels of this photo mask to drawing 10 at the line writing direction of the pixel electrode 77, as an arrow head shows. In this case, whenever a photo mask reaches the last pixel electrode 77 of each line, it is shifted in the direction of a train of the pixel electrode 77 by 3 pixels.

[0041] According to this modification, even when the foreground colors of the pixel field PX differ in each train, the same effectiveness as the above-mentioned 2nd operation gestalt can be acquired.

[0042] Hereafter, the transfective LCD concerning the 3rd operation gestalt of this invention is explained with reference to an accompanying drawing. Drawing 11 shows the partial planar structure of this transfective LCD, and drawing 12 shows the cross-section structure near [ which is shown in drawing 1 ] a pixel. This liquid crystal display is equipped with \*\*\*\*\* 85 pinched between the array substrate 78, the opposite substrate 82, these substrates 78, and 82 as shown in drawing 12. At drawing 11 and drawing 12, the same reference mark shows the same part as the 1st operation gestalt.

[0043] two or more scanning lines 62 with which the array substrate 78 is arranged along with the line of an insulating substrate 60, two or more pixel electrodes 77 with which it is arranged in the shape of a matrix, two or more signal lines 71 arranged in accordance with the train of these pixel electrode 77, and these pixel electrode 77 -- scanning-line 62 corresponding to each And the wrap orientation film 83 is included for the drive circuit which drives two or more thin film transistor (TFT) SW, two or more scanning lines 62, and two or more signal lines 71 which are arranged as a switching element for pixels

near the crossover location of the correspondence signal line 71, and two or more pixel electrodes 77. The opposite substrate 82 has [ the insulating substrate 79 of light transmission nature, the coloring layer 80 formed on an insulating substrate 79 as the red who counters the pixel electrode 77 of a correspondence train respectively, and ranks with a line writing direction in order, green, and a blue stripe-like color filter, and the coloring layer 80 ] the wrap orientation film 84 for the wrap transparence counterelectrode 81 and this counterelectrode 81. Moreover, a polarizing plate 40 is stuck on the transparence insulating substrate 79 in the opposite side in the coloring layer 80. With this transfective LCD, the liquid crystal layer 85 is divided to two or more pixel fields PX respectively corresponding to two or more pixel electrodes 77, and each pixel field PX is mostly specified between the two contiguity scanning lines 62 and two contiguity signal lines 71. Each thin film transistor SW answers the scan pulse supplied from the correspondence scanning line 62, flows, and supplies the potential of the correspondence signal line 71 to the correspondence pixel electrode 77. Each pixel electrode 77 is impressed to the correspondence pixel field PX of the liquid crystal layer 85 by making potential of the correspondence signal line 71 into pixel potential, and controls the permeability of the pixel field PX based on the potential difference of this pixel potential and the potential of a counterelectrode 81. The drive circuit of the scanning line 62 and a signal line 71 is constituted by two or more thin film transistors formed like the switching element for pixels, and these wiring. These thin film transistors contain a P channel mold and an N channel mold.

[0044] In the array substrate 78, each thin film transistor SW has the semi-conductor layer 67, the gate electrode 64 which is insulated and formed above this semi-conductor layer 67, and is connected to the correspondence scanning line 62, and the source and the drain electrodes 66 and 65 which contact the semi-conductor layer 67 through contact holes 69 and 70 in the both sides of the gate electrode 64, and are connected to the correspondence pixel electrode 77 and the correspondence signal line 71, respectively. The semi-conductor layer 67 is formed on an insulating substrate 60, and is covered by gate dielectric film 61 together with an insulating substrate 60. It insulates from the semi-conductor layer 67 with this gate dielectric film 61, and the gate electrode 64 is formed in one with the correspondence scanning line 62 on this gate dielectric film 61. It is formed on gate dielectric film 61 so that further two or more auxiliary capacity lines 63 may carry out capacity coupling to the pixel electrode 77 of a multi-line, respectively. The gate electrode 64, the scanning line 62, and the auxiliary capacity line 63 are covered with an interlayer insulation film 68 together with gate dielectric film 61. Contact holes 69 and 70 are formed in an interlayer insulation film 68 and gate dielectric film 61 so that source 67b and drain 67a which are formed in the semi-conductor layer 67 in the both sides of the gate electrode 64 may be exposed. The source and the drain electrodes 66 and 65 contact source 67b and drain 67a of the semi-conductor layer 67 in these contact holes 69 and 70, respectively, and are formed on an interlayer insulation film 68. The source electrode 66 is formed on an interlayer insulation film 68 in [ as the extended source electrode 72 ] one, and the drain electrode 65 is formed in one with the correspondence signal line 71 on an interlayer insulation film 68. The source electrode 66, the extended source electrode 72, the drain electrode 65, and a signal line 71 are covered with the protection insulator layer 73 together with an interlayer insulation film 68. This protection insulator layer 73 has the contact hole 74 which exposes the extended source electrode 72 partially, and is covered with an organic compound insulator 76. An organic compound insulator 76 has the contact hole 75 which exposes the extended source electrode 72 partially corresponding to the contact hole 74 of the protection insulator layer 73. The pixel electrode 77 contacts the extended source electrode 72 in contact holes 74 and 75, is formed on an organic compound insulator 76, and is covered with the orientation film 83.

[0045] Two or more pixel electrodes 77 have the transparency field which penetrates or absorbs the light from the reflective field over which the light which carries out incidence through the liquid crystal layer 85 from the opposite substrate 82 side is scattered with a high reflection factor, and a back light, and the up front face of an organic compound insulator 76 is formed as a substrate. An organic

compound insulator 76 has two or more concavo-convex patterns which consist of crevice 76b arranged so that two or more hemispherical heights 76a respectively arranged at random in the range of the pixel field PX and these heights 76a may be surrounded. Transparency field electrode 77c of two or more pixel electrodes 77 is formed by the penetrable conductivity film which consists of ITO. Moreover, the reflective field electrode of the pixel electrode 77 is formed by predetermined thickness along with the concavo-convex pattern of an organic compound insulator 76 including silver, aluminum, or a metallic material like these alloys. For this reason, it has the concavo-convex pattern which consists of crevice 77b prescribed to surround two or more hemispherical heights 77a prescribed that the reflective field of each pixel electrode 77 is arranged at random in the range of the correspondence pixel field PX by two or more hemispherical heights 76a of an organic compound insulator 76, and these heights 77a, and to be arranged by crevice 76b of an organic compound insulator. The concavo-convex pattern of two or more pixel electrodes 77 is two kinds shown in drawing 3 by A and B, and it is arranged so that a concavo-convex pattern of the same kind may not adjoin in the line and the direction of a train of these pixel electrode 77. In the concavo-convex pattern of each pixel electrode, two or more heights 77a constitutes the main dispersion section to incident light, and crevice 77b constitutes the subdispersion section to incident light.

[0046] Next, the production process of the transfective LCD mentioned above is explained.

[0047] In manufacture of the array substrate 78, after using a high strain point glass plate, a quartz plate, etc. as an insulating substrate 60, and the semi-conductor layer's 67 depositing an amorphous silicon on an insulating substrate 60 by the thickness of about 50nm with a CVD method etc. and performing furnace annealing at 450 degrees C for 1 hour, by irradiating XeCl excimer laser, an amorphous silicon is crystalized as polycrystalline silicon film, and it is formed by carrying out patterning of this polycrystalline silicon film by the photo etching method further. Then, it is formed when gate dielectric film 61 deposits SiOx on the semi-conductor layer 67 and an insulating substrate 60 by the thickness of about 100nm with a CVD method. Then, it is formed, when the gate electrode of the gate electrode 64, the scanning line 62, the auxiliary capacity line 63, and the other thin film transistors for drive circuits and wiring deposit a simple substance, its cascade screen, or alloy film, such as Ta, Cr, aluminum, Mo, W, and Cu, by the thickness of about 400nm on gate dielectric film 61 and carry out patterning of this to a predetermined configuration by the photo etching method. Then, an impurity like Lynn is doped by the semi-conductor layer 67 by an ion implantation and the ion doping method using the gate electrode 64 as a mask, for example. Here, in the ambient atmosphere of PH<sub>3</sub>/H<sub>2</sub>, it is accelerated by acceleration voltage 80keV, and phosphorus ion is doped by high concentration called dose 5x10<sup>15</sup> atoms/cm<sup>2</sup>. Then, the source and the drain electrode of the drain electrode 65 of the thin film transistor for pixels, the source electrode 66, and the N channel thin film transistor for drive circuits are formed.

[0048] Then, it is covered by the resist so that an impurity may not be injected into thin film transistor SW for pixels, and the N channel thin film transistor for drive circuits, for example, an impurity like boron is doped considering the gate electrode of the P channel thin film transistor for drive circuits as a mask. Here, in the ambient atmosphere of B-2s H<sub>6</sub>/H<sub>2</sub>, it is accelerated by acceleration voltage 80keV, and boron ion is poured in by high concentration called dose 5x10<sup>15</sup> atoms/cm<sup>2</sup>. Then, the source electrode and drain electrode of a P channel thin film transistor are formed. Furthermore, impurity impregnation for making the N channel mold thin film transistor SW into LDD (LightlyDoped Drain) structure is performed, it is activated by carrying out annealing of the impurity impregnation field, and source 67b and drain 67a are constituted.

[0049] then, the interlayer insulation film 68 -- for example, PECVD -- it is formed by depositing SiO<sub>2</sub> by the thickness of about 500nm using law on the gate electrode 64, the scanning line 62, the auxiliary capacity line 63, other drive circuit wiring, and gate dielectric film 61. Patterning of the interlayer insulation film 68 is carried out so that source 67b and drain 67a of the semi-conductor layer 67 may be exposed by the photo etching method, and thereby, it forms contact holes 69 and 70.

[0050] Then, a simple substance, its cascade screen, or alloy film, such as Ta, Cr, aluminum, Mo, W, and

Cu, accumulate on an interlayer insulation film 68 by the thickness which is about 500nm, and patterning is carried out to a configuration predetermined by the photo etching method, and, thereby, they form wiring a signal line 71, the source electrode 66, the extended source electrode 72, and for drive circuits. [0051] then, the protection insulator layer 73 -- SiNx -- PECVD -- it is formed by depositing on these wiring and an interlayer insulation film 68 in law, and it is formed when a contact hole 74 carries out patterning of the protection insulator layer 73 by the photo etching method.

[0052] Then, a photopolymer is applied by the thickness of about 2 micrometers on the protection insulator layer 73 as an organic compound insulator 76, this is partially exposed in the range corresponding to a contact hole 74 using the photo mask for contact holes 75, and it is exposed using the photo mask for concavo-convex patterns with two or more circular protection-from-light sections arranged in the random pitch in the range of each pixel field PX so that it may not lap with a signal line 71 further, for example. Here, the light exposure for concavo-convex patterns is set to about 10% - 50% of the light exposure for contact holes formed in an organic compound insulator 76. the size of 2x2 pixels which shows the photo mask for concavo-convex patterns by the thick wire in drawing 3 like the 1st operation gestalt -- repeating -- size -- becoming -- the concavo-convex pattern A -- a pattern location (1 1) -- and (2 2) -- specifying -- the concavo-convex pattern B -- a pattern location (2 1) -- and (1 2) it specifies.

[0053] Then, in order that an organic compound insulator 76 may remove an above-mentioned exposure part, negatives are developed, and this forms two or more heights 76a and crevice 76b in an organic compound insulator 76 with a contact hole 75. In this phase, since heights 76a and crevice 76b are acute angles-like, heat treatment of the array substrate 78 is performed about 60 minutes at 200 degrees C. An angle will be able to be taken [ smooth ] by this the front face of heights 76a and crevice 76b.

[0054] Then, penetrable conductivity film, such as ITO, accumulates on an organic compound insulator 76 by the thickness of about 50nm by the spatter, and patterning is carried out to a configuration predetermined by the photo etching method, and, thereby, it forms transparency field 77c of the pixel electrode 77. Then, a simple substance, its cascade screen, or alloy film, such as aluminum, nickel, Cr, Mo, and Ag, accumulate on an organic compound insulator 76 by the thickness of about 200nm by the spatter, and patterning is carried out to a configuration predetermined by the photo etching method, and they form the reflective field of the pixel electrode 77. The pixel electrode 77 contacts the extended source field 72, and carries out capacity coupling to the auxiliary capacity line 63.

[0055] Then, in order to secure the predetermined gap where two or more pillar-shaped spacers serve as thickness of the liquid crystal layer 85, it is formed in a predetermined field, and it is formed when the orientation film 83 applies about 3 micrometers of polyimide of a low-temperature cure mold so that the pixel electrode 77 and an organic compound insulator 76 may be covered by printing, and it carries out rubbing processing of this.

[0056] On the other hand, in manufacture of the opposite substrate 82, a high strain point glass plate, a quartz plate, etc. are used as an insulating substrate 79 of light transmission nature, and the coloring layer 80 which distributed the pigment etc. is formed on this insulating substrate 79. The transparent counterelectrode 81 is formed by depositing ITO on the coloring layer 80 by the SUPATSU evening method. Then, it is formed when the orientation film 84 applies about 3 micrometers of polyimide of a low-temperature cure mold so that the transparence counterelectrode 81 may be covered by printing, and it carries out rubbing processing of this. In addition, rubbing processing of the orientation film 83 and 84 is performed in the direction in which 70 degrees of these orientation shafts shift mutually. The array substrate 78 and the opposite substrate 82 are unified after formation of the orientation film 83 and 84. The array substrate 78 and the opposite substrate 82 carry out the orientation film 83 and 84 inside, go, and, specifically, are stuck through a periphery sealant. The liquid crystal layer 85 uses as a cel liquid crystal impregnation space surrounded by the periphery sealant between the array substrate 78 and the opposite substrate 82, and is obtained by injecting a liquid crystal constituent like a nematic liquid

crystal into this cell, and closing it. A polarizing plate 40 is in the condition that the liquid crystal layer 85 was pinched between the array substrate 78 and the opposite substrate 82 in this way, and is stuck on the transference insulating substrate 79 in the opposite side in the coloring layer 80. A transfective LCD is completed as mentioned above.

[0057] According to the transfective LCD of the 3rd operation gestalt, a reflecting plate is constituted by two or more pixel electrodes 77, and each pixel electrode 77 has one side of the concavo-convex patterns A and B. Here, the concavo-convex patterns A and B are together put so that a concavo-convex pattern of the same kind may not adjoin, and they are formed in two or more pixel electrodes 77. That is, since adjoining concavo-convex patterns differ mutually in the line of two or more pixel fields PX, and each of the direction of a train, interference of the light scattered about by the concavo-convex patterns A and B of these pixel electrode 77 can be made irregular as a whole. For this reason, it can reduce hard to see [ of the image by interference of light ], without spoiling good contrast.

[0058] In addition, the pattern array shown in drawing 3 may be transposed to the modification of the pattern array shown in drawing 4 and drawing 5.

[0059] Next, the transfective LCD concerning the 4th operation gestalt of this invention is explained. Drawing 13 shows the partial planar structure of this transfective LCD. This liquid crystal display is constituted like the 3rd operation gestalt except for the following things. For this reason, in drawing 13, the same reference mark shows the same part as the 3rd operation gestalt, and that explanation is omitted.

[0060] In this transfective LCD, it is formed in the pixel electrode 77 of the pixel field PX of a foreground color where two or more sorts of concavo-convex patterns differ mutually, respectively, and the average pitch of the main dispersion section of each concavo-convex pattern is dependent on the wavelength of the foreground color of the correspondence pixel field PX. Specifically, the average pitch of two or more heights 76a arranged at random is determined as each pixel electrode 77 corresponding to the wavelength  $\lambda$  of the correspondence color filter color of the coloring layer 80.

[0061] The pixel electrode 77 of n train, the pixel electrode 77 of n+1 train, and the pixel electrode 77 (here) of n+2 trains n= 1, 2 and 3, and -- counter the color filter of red, green, and blue, respectively. For example, the concavo-convex pattern R with which two or more heights 77a is arranged at random in the average pitch  $d_{red}$  as the main dispersion section for red pixels The concavo-convex pattern G arranged at random and two or more heights 77a have [ two or more heights 77a ] the concavo-convex pattern B arranged at random in the average pitch  $d_{blue}$  as the main dispersion section for blue pixels in the average pitch  $d_{green}$  as the main dispersion section for green pixels. Moreover, in each of the concavo-convex patterns R, G, and B, it is arranged so that a crevice may surround two or more heights 77a as the subdispersion section like the 1st operation gestalt.

[0062] These average pitches  $d_{red}$ ,  $d_{green}$ , and  $d_{blue}$  are set up so long that it is so short that the wavelength  $\lambda$  of a color filter color is short and the wavelength  $\lambda$  of a color filter color is long, and serve as relation called  $d_{red} > d_{green} > d_{blue}$ . In order to perform a good white display, it is reflected in the direction in which the white lights which carried out incidence differ mutually in red, green, and a blue pixel field corresponding to each wavelength  $\lambda$  from the same, and specifically, it is set up so that outgoing radiation may be mutually carried out in the equal direction.

[0063] Next, as a beam-of-light locus is shown in drawing 17, the concavo-convex pattern of a single kind compares with the transfective LCD of the 4th operation gestalt shown in the reflective mold liquid crystal display and drawing 13 of the former formed in all pixel electrodes. As the 2nd operation gestalt explained, drawing 18 shows the beam-of-light locus in the cross section of the pixel field for red which met the XVIII-XVIII line shown in drawing 17, and drawing 19 shows the beam-of-light locus in the cross section of the pixel field for blue which met the XIX-XIX line shown in drawing 17.  $n_1$  expresses with drawing 18 and drawing 19 the incident angle of the incident light by which the refractive index in air and  $n_2$  go to the refractive index of a liquid crystal ingredient, and  $\theta_1$  goes to a liquid crystal layer from the exterior, the outgoing radiation angle of the incident light by which  $\theta_2$  is refracted in



a liquid crystal layer, and faces to a pixel electrode, the inclination of a pixel electrode [ as opposed to a horizontal plane in  $\theta_3$  ], and the outgoing radiation angle of the reflected light which  $\theta_4$  is reflected with a pixel electrode and goes to the exterior of a liquid crystal layer, respectively. The outgoing radiation angle  $\theta_4$  has the following relation to the incident angle  $\theta_1$ , an inclination  $\theta_3$ , a refractive index  $n_1$ , and a refractive index  $n_2$ .

[0064]

[Equation 2]

[0065] Here, as for the refractive index  $n_2$  of a liquid crystal ingredient, since the short wavelength is generally larger, as for the outgoing radiation angle  $\theta_4$ , wavelength  $\lambda$  becomes so large that it is short from an upper type to the incident light from  $\theta_1$  direction. That is, if the outgoing radiation angle of  $\theta_4$  (red) and blue component light is set to  $\theta_4$  (blue) for the outgoing radiation angle of red component light, these will become relation called  $\theta_{4(\text{red})} > \theta_{4(\text{blue})}$ . Therefore, when the concavo-convex pattern of a single kind is formed in all pixel electrodes regardless of a foreground color like the conventional reflective mold liquid crystal display shown in drawing 17, since coloring of the reflected light will be observed in the direction of slant to a liquid crystal layer, a good white display cannot be performed.

[0066] On the other hand, in the transfective LCD of the 4th operation gestalt shown in drawing 13, the concavo-convex patterns R, G, and B are formed in red, green, and the pixel electrode 77 of the pixel field PX for blue, respectively, and it is dependent on the red whose average pitch of the main dispersion section of the concavo-convex patterns R, G, and B is the foreground color of each pixel field PX, green, and the blue wavelength  $\lambda$ . The beam-of-light locus in the cross section of the pixel field for blue which met the VIII-VIII line which comes to show the beam-of-light locus in the cross section of the pixel field for red which met the VII-VII line shown in drawing 13 to drawing 7  $R > \lambda$ , and is shown in drawing 13 comes to be shown in drawing 8.  $n_1$  expresses with drawing 7 and drawing 8 the incident angle of the incident light by which the refractive index in air and  $n_2$  go to the refractive index of a liquid crystal ingredient, and  $\theta_1$  goes to the liquid crystal layer 85 from the exterior, the outgoing radiation angle of the incident light by which  $\theta_2$  is refracted in the liquid crystal layer 85, and faces to the pixel electrode 77, the inclination of the pixel electrode [ as opposed to a horizontal plane in  $\theta_3$  ] 77, and the outgoing radiation angle of the reflected light which  $\theta_4$  is reflected with the pixel electrode 77, and goes to the exterior of the liquid crystal layer 85, respectively. The pitch of heights 77a is longer than the pitch shown in drawing 8 in drawing 7. Although the difference of elevation of heights 77a and crevice 77b does not change with above-mentioned pitches, the one where a pitch is longer can form small the maximum of the inclination  $\theta_3$  of the pixel electrode 77 to a horizontal plane. That is, when the pitch used as the inclination  $\theta_3$  of the pixel electrode 77 is lengthened further and inclination  $\theta_{3'}$  of the pixel electrode 77 is obtained, it inclines and  $\theta_3$  and  $\theta_{3'}$  become relation called  $\theta_{3'} < \theta_3$ . Here, an outgoing radiation angle can be made into the uniform value independent of a foreground color by selecting a pitch from the relation of an upper type for every foreground color so that it may become the outgoing radiation angle  $\theta_4$  (blue) of the outgoing radiation angle  $\theta_{4(\text{red})} = \theta_{4(\text{blue})}$  of red component light. Since it can lose by this that coloring of the reflected light is observed also in the direction of slant to the liquid crystal layer 85, a good white display can be performed.

[0067] The photo mask for concavo-convex patterns has the size of 1x3 pixels shown by the thick wire in drawing 9 used with the 2nd operation gestalt, specifies the concavo-convex pattern R in a pattern location (1 1), specifies the concavo-convex pattern G in a pattern location (1 2), and specifies the concavo-convex pattern B in a pattern location (1 3). Exposure is performed shifting every 3 pixels of this photo mask to drawing 9 at the line writing direction of the pixel electrode 77, as an arrow head shows. In this case, whenever a photo mask reaches the last pixel electrode 77 of each line, it is shifted



in the direction of a train of the pixel electrode 77 by 1 pixel.

[0068] According to the transfective LCD of the 4th operation gestalt, the same effectiveness as the reflective mold liquid crystal display of the 2nd operation gestalt is acquired. That is, the concavo-convex patterns R, G, and B are together put so that a concavo-convex pattern of the same kind may not adjoin, and they are formed in two or more pixel electrodes 77. Thereby, interference of the light scattered about by the concavo-convex patterns R, G, and B of the pixel electrode 77 can be made irregular as a whole. Therefore, it can reduce further hard to see [ of the image by interference of light ], without spoiling good contrast. Furthermore, red and since it is determined corresponding to the wavelength  $\lambda$  of the color filter of green and blue, a good white display can be performed, respectively, without observing coloring of the reflected light also in the direction of slant to the liquid crystal layer 85, so that the average pitch of the main dispersion section of these irregularity patterns R, G, and B, i.e., heights 77a, may make the outgoing radiation angle  $\theta$  4 in agreement.

[0069] In addition, the combination and the array of a concavo-convex pattern which are shown in drawing 9 may be transposed to the modification shown in drawing 10. This modification is applied when it has been arranged in the shape of a matrix instead of the color filter of red, green, and blue being a stripe-like, as the 2nd operation gestalt explained. According to this modification, even when the foreground colors of the pixel field PX differ in each train, the same effectiveness as the above-mentioned 4th operation gestalt can be acquired.

[0070] in addition, this invention is various in the range which is not limited to an above-mentioned operation gestalt and does not deviate from the summary -- it is deformable.

[0071] For example, transfective field 77c of the 3rd operation gestalt may be formed in flatness by losing partially the concavo-convex pattern of an organic compound insulator 76, as shown in drawing 14 and drawing 15. Furthermore, it is good even if flat, as transfective field 77c of the 4th operation gestalt is similarly shown in drawing 16.

[0072] The organic compound insulator 76 of the 1st to 4th operation gestalt may have two or more concavo-convex patterns which consist of heights arranged so that two or more hemispherical crevices respectively arranged at random in the range of the pixel field PX and these crevices may be surrounded. In this case, it will have the concavo-convex pattern which consists of heights prescribed to surround two or more hemispherical crevices prescribed that each pixel electrode 77 is arranged at random in the range of the correspondence pixel field PX by two or more hemispherical crevices of an organic compound insulator 76, and these crevices, and to be arranged by the heights of an organic compound insulator. Therefore, in the concavo-convex pattern of each pixel electrode 77, two or more crevices constitute the main dispersion section to incident light, and heights constitute the subdispersion section to incident light.

[0073] Moreover, although the semi-conductor layer 67 of each thin film transistor SW consisted of polish recons, it can also consist of amorphous silicons. Not only this but this invention is also applicable to the reflective mold and transfective LCD without a pixel switching element like a thin film transistor SW of a passive matrix.

[0074] Moreover, when what is necessary is just to make interference of the scattered light irregular, on condition that it is together put so that a concavo-convex pattern with two or more sorts of concavo-convex patterns of the same kind may not adjoin in either [ at least ] the line writing direction of two or more pixel electrodes 77, or the direction of a train, each concavo-convex pattern may be assigned to one or more contiguity pixel electrodes 77 at one or more contiguity pixel fields PX and a concrete target. Furthermore, you may make it arrange combining three sorts chosen from four sorts of concavo-convex patterns instead of combining all of two or more sorts of concavo-convex patterns.

[0075]

[Effect of the Invention] According to this invention, the liquid crystal display which can obtain a more nearly quality display image using the outdoor daylight which carries out incidence from a perimeter can be offered as mentioned above.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

---

**DESCRIPTION OF DRAWINGS**

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is drawing showing the partial planar structure of the reflective mold liquid crystal display concerning the 1st operation gestalt of this invention.

[Drawing 2] It is drawing showing the cross-section structure near a pixel where the II-II line shown in drawing 1 was met.

[Drawing 3] It is drawing showing the combination and the array of two or more sorts of concavo-convex patterns which are formed in two or more pixel electrodes shown in drawing 1 .

[Drawing 4] It is drawing showing the combination of the concavo-convex pattern shown in drawing 3 , and the 1st modification of an array.

[Drawing 5] It is drawing showing the combination of the concavo-convex pattern shown in drawing 3 , and the 2nd modification of an array.

[Drawing 6] It is drawing showing the partial planar structure of the reflective mold liquid crystal display concerning the 2nd operation gestalt of this invention.

[Drawing 7] It is drawing showing the beam-of-light locus in the cross section of the pixel field for red which met the VII-VII line shown in drawing 6 .

[Drawing 8] It is drawing showing the beam-of-light locus in the cross section of the pixel field for blue which met the VIII-VIII line shown in drawing 6 .

[Drawing 9] It is drawing showing the combination and the array of two or more sorts of concavo-convex patterns which are formed in two or more pixel electrodes shown in drawing 6 .

[Drawing 10] It is drawing showing the combination of the concavo-convex pattern shown in drawing 9 , and the modification of an array.

[Drawing 11] It is drawing showing the partial planar structure of the transfective LCD concerning the 3rd operation gestalt of this invention.

[Drawing 12] It is drawing showing the cross-section structure near a pixel where the XII-XII line shown in drawing 11 was met.

[Drawing 13] It is drawing showing the partial planar structure of the transfective LCD concerning the 4th operation gestalt of this invention.

[Drawing 14] It is drawing showing the planar structure of the modification of the transfective LCD shown in drawing 11 .

[Drawing 15] It is drawing showing the cross-section structure near a pixel where the XV-XV line shown in drawing 14 was met.

[Drawing 16] It is drawing showing the planar structure of the modification of the transfective LCD shown in drawing 13 .

[Drawing 17] It is drawing showing the partial planar structure of the conventional reflective mold liquid crystal display.

[Drawing 18] It is drawing showing the beam-of-light locus in the cross section of the pixel field for red which met the XVIII-XVIII line shown in drawing 17 .

[Drawing 19] It is drawing showing the beam-of-light locus in the cross section of the pixel field for blue which met the XIX-XIX line shown in drawing 17 .

[Description of Notations]

76 -- Organic compound insulator

77 -- Pixel electrode (reflecting plate)

77a -- Heights (the main dispersion section)

77b -- Crevice (subdispersion section)

78 -- Array substrate

82 -- Opposite substrate

85 -- Liquid crystal layer

PX -- Pixel field

---

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2002-258278  
(P2002-258278A)

(43) 公開日 平成14年9月11日 (2002.9.11)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード* (参考)
G 0 2 F 1/1335	5 2 0 5 0 5	G 0 2 F 1/1335	5 2 0 2 H 0 4 2 5 0 5 2 H 0 9 1
G 0 2 B 5/02		G 0 2 B 5/02	C 2 H 0 9 2
G 0 2 F 1/1343		G 0 2 F 1/1343	5 C 0 9 4
G 0 9 F 9/30	3 4 9	G 0 9 F 9/30	3 4 9 D
審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 16 頁) 最終頁に続く			

(21) 出願番号 特願2001-376016 (P2001-376016)  
(22) 出願日 平成13年12月10日 (2001. 12. 10)  
(31) 優先権主張番号 特願2000-395931 (P2000-395931)  
(32) 優先日 平成12年12月26日 (2000. 12. 26)  
(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000003078  
株式会社東芝  
東京都港区芝浦一丁目1番1号  
(72) 発明者 花澤 康行  
埼玉県深谷市幡羅町一丁目9番地2 株式  
会社東芝深谷工場内  
(72) 発明者 永山 耕平  
埼玉県深谷市幡羅町一丁目9番地2 株式  
会社東芝深谷工場内  
(74) 代理人 100058479  
弁理士 鈴江 武彦 (外6名)

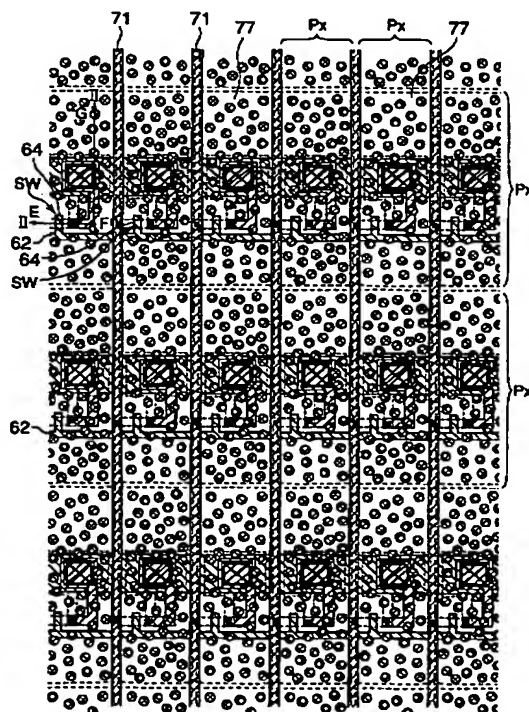
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 液晶表示装置

(57) 【要約】

【課題】 周囲から入射する外光を用いてより高品質な表示画像を得る。

【解決手段】 液晶表示装置はアレイ基板、対向基板、これら基板間に挟持され、液晶分子配列がこれら基板から各々制御される複数の画素領域 P X に区分される液晶層、対向基板および液晶層を介して入射する光を散乱させるためにアレイ基板に形成される反射板 7 7 を備える。特に、複数の画素領域 P X は略マトリクス状であり、反射板 7 7 は同種の凹凸パターンがこれら画素領域 P X の行および列方向の少なくとも一方において隣接しないように組み合わせられる複数種の凹凸パターンを含む。



(2)

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 第 1 および第 2 電極基板と、前記第 1 および第 2 電極基板間に挟持され、液晶分子配列が前記第 1 および第 2 電極基板から各々制御される複数の画素領域に区分される液晶層と、前記第 2 電極基板および前記液晶層を介して入射する光を散乱させるために前記第 1 電極基板に形成される反射板とを備え、前記複数の画素領域は略マトリクス状であり、前記反射板は同種の凹凸パターンが前記複数の画素領域の行および列方向の少なくとも一方において隣接しないように組み合わせられる複数種の凹凸パターンを含むことを特徴とする液晶表示装置。

【請求項 2】 前記反射板は光を透過させるための光透過部を含むことを特徴とする請求項 1 に記載の液晶表示装置。

【請求項 3】 各凹凸パターンはランダムに配置された複数の主散乱部と、前記複数の主散乱部を囲むように配置された副散乱部とにより構成されることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の液晶表示装置。

【請求項 4】 前記主散乱部が凸部および凹部の一方であり、前記副散乱部が前記凸部および前記凹部の他方であることを特徴とする請求項 3 に記載の液晶表示装置。

【請求項 5】 前記反射板は前記複数の画素領域に対応して前記第 1 電極基板に形成される複数の画素電極により構成され、各凹凸パターンが前記複数の画素電極のうちの対応する少なくとも 1 つに形成されることを特徴とする請求項 3 に記載の液晶表示装置。

【請求項 6】 各凹凸パターンは対応画素電極の下地として形成される有機絶縁膜の形状によって規定されることを特徴とする請求項 5 に記載の液晶表示装置。

【請求項 7】 前記複数種の凹凸パターンの組み合わせが前記複数の画素領域において繰り返されるように配列されることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の液晶表示装置。

【請求項 8】 前記複数種の凹凸パターンは互いに異なる表示色の画素領域にそれぞれ割り当てられ、各凹凸パターンの主散乱部の平均ピッチが対応画素領域の表示色の波長に依存することを特徴とする請求項 3 に記載の液晶表示装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、周囲から入射する外光のような外部光源またはこの外部光源に加えてバックライトのような内部光源を用いて画像を表示する液晶表示装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 近年では、液晶表示装置が例えばパーソナルコンピュータ、テレビ、ワードプロセッサ、携帯電話のような様々な機器に应用されている。液晶表示装置の応用範囲がこのように広がる一方で、小型、省電力、

2

低コストというような高機能化の要望も高まっている。特に携帯電話のような屋外、屋内を問わず使用されるような用途向けの表示装置としては、反射型液晶表示装置と透過型液晶表示装置の特徴を併せ持った半透過型液晶表示装置の開発の要求が高まってきている。

【0003】 半透過型液晶表示装置は、透過型液晶表示装置のように周囲から入射する外光の少ない室内環境でバックライトからの透過光を液晶層で光学変調することにより画像を表示するだけでなく、反射型液晶表示装置のように周囲から入射する外光の多い屋外環境で外光を反射板で反射させて液晶層で光学変調することにより画像を表示することも可能である。反射型または半透過型液晶装置において外光を反射板で反射させる場合には、外光の光強度を出来る限り減衰させないことが明るい画像を表示するために重要となる。特に反射板の反射特性は光強度の減衰に大きく影響することから、あらゆる角度で入射する外光を効率よく反射する反射特性を得るための最適化が試みられている。

【0004】 図 17 は従来の反射型液晶表示装置において反射板として用いられる複数の画素電極の各々に形成された凹凸パターンを示す。この凹凸パターンは例えば電極表面に不規則に配置された複数の半球状凸部およびこれら円形凸部を取り囲むように配置された凹部を含み、一定範囲の領域に反射光を集中させたり、特定の観察方向に対する反射光強度を高めたりするように反射光の散乱を制御する。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】 しかし、単種の凹凸パターンが図 17 に示すように並んで複数の画素電極の各々に形成される場合、高品質な表示画像を得ることが出来ない。すなわち、これら画素電極の凹凸パターンで散乱される光の干渉が全体として規則的となるため、この干渉によって画像が見難くなる。また、液晶層の液晶材料は屈折率の波長依存性を有するため、白色外光が液晶層を介して一方向から画素電極の凹凸パターンに入射しても波長ごとに異なる方向に散乱する結果となる。従って、画像の色が表示面に対する観察者の視角によって変化してしまう。特にカラー表示用液晶表示装置では、これが色滲みとなって表示画像の品質を著しく劣化させてしまう。

【0006】 本発明は、このような不具合に鑑みてなされたものであり、周囲から入射する外光を用いてより高品質な表示画像を得られる液晶表示装置を提供することを目的とする。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】 本発明によれば、第 1 および第 2 電極基板と、第 1 および第 2 電極基板間に挟持され、液晶分子配列が前記第 1 および第 2 電極基板から各々制御される複数の画素領域に区分される液晶層と、第 2 電極基板および前記液晶層を介して入射する光を散

(3)

3

乱させるために第1電極基板に形成される反射板とを備え、複数の画素領域は略マトリクス状であり、反射板は同種の凹凸パターンが前記複数の画素領域の行および列方向の少なくとも一方において隣接しないように組み合わせられる複数の種の凹凸パターンを含む液晶表示装置が提供される。

【0008】この液晶表示装置において、反射板は同種の凹凸パターンが隣接しないように組み合わせられる複数の種の凹凸パターンを含んでいる。すなわち、複数の画素領域の行および列方向の少なくとも一方において隣接する凹凸パターンが互いに異なるため、これら凹凸パターンで散乱される光の干渉を全体として不規則にすることが出来る。従って、反射表示時に良好なコントラストを損なうことなく光の干渉による画像の見難さを低減できる。

【0009】

【発明の実施の形態】以下、本発明の第1実施形態に係る反射型液晶表示装置について添付図面を参照して説明する。

【0010】図1はこの反射型液晶表示装置の部分的な平面構造を示し、図2は図1に示す画素付近の断面構造を示す。この液晶表示装置は図2に示すようにアレイ基板78、対向基板82、これら基板78および82間に挟持される液晶層85を備える。

【0011】アレイ基板78は絶縁基板60、マトリクス状に配置される複数の画素電極77、これら画素電極77の列に沿って配置される複数の信号線71、これら画素電極77の行に沿って配置される複数の走査線62、各々対応走査線62および対応信号線71の交差点近傍に画素用スイッチング素子として配置される複数の薄膜トランジスタ(TFT)SW、複数の走査線62および複数の信号線71を駆動する駆動回路、および複数の画素電極77を覆う配向膜83を含む。対向基板82は光透過性の絶縁基板79と、各々対応列の画素電極77に対向して行方向に順番に並ぶ赤、緑、および青のストライプ状カラーフィルタとして絶縁基板79上に形成される着色層80と、着色層80を覆う透明対向電極81と、この対向電極81を覆う配向膜84とを有する。また、偏光板40が着色層80とは反対側において透明絶縁基板79に貼り付けられる。この反射型液晶表示装置では、液晶層85が複数の画素電極77にそれぞれ対応して複数の画素領域PXに区画され、各画素領域PXが2本の隣接走査線62と2本の隣接信号線71との間にほぼ規定される。各薄膜トランジスタSWは対応走査線62から供給される走査パルスにตอบสนองして導通し、対応信号線71の電位を対応画素電極77に供給する。各画素電極77は対応信号線71の電位を画素電位として液晶層85の対応画素領域PXに印加し、この画素電位と対向電極81の電位との電位差に基づいて画素領域PXの透過率を制御する。走査線62および信号線

4

71の駆動回路は画素用スイッチング素子と同様に形成される複数の薄膜トランジスタおよびこれらの配線により構成される。これら薄膜トランジスタはPチャネル型およびNチャネル型を含む。

【0012】アレイ基板78において、各薄膜トランジスタSWは半導体層67と、この半導体層67の上方に絶縁して形成され対応走査線62に接続されるゲート電極64と、ゲート電極64の両側において半導体層67にコンタクトホール69、70を介してコンタクトし対応画素電極77および対応信号線71にそれぞれ接続されるソースおよびドレイン電極66、65とを有する。半導体層67は絶縁基板60上に形成され、絶縁基板60と一緒にゲート絶縁膜61により覆われる。ゲート電極64はこのゲート絶縁膜61により半導体層67から絶縁され、このゲート絶縁膜61上で対応走査線62と一体的に形成される。さらに複数の補助容量線63が複数行の画素電極77にそれぞれ容量結合するようにゲート絶縁膜61上に形成される。ゲート電極64および走査線62、および補助容量線63はゲート絶縁膜61と一緒に層間絶縁膜68により覆われる。コンタクトホール69、70はゲート電極64の両側において半導体層67内に形成されるソース67bおよびドレイン67aを露出するように層間絶縁膜68およびゲート絶縁膜61に形成される。ソースおよびドレイン電極66、65はこれらコンタクトホール69、70において半導体層67のソース67bおよびドレイン67aにそれぞれコンタクトして層間絶縁膜68上に形成される。ソース電極66は層間絶縁膜68上で拡張ソース電極72と一体的に形成され、ドレイン電極65は層間絶縁膜68上で対応信号線71と一体的に形成される。ソース電極66、拡張ソース電極72、ドレイン電極65、および信号線71は層間絶縁膜68と一緒に保護絶縁膜73により覆われる。この保護絶縁膜73は拡張ソース電極72を部分的に露出するコンタクトホール74を有し、有機絶縁膜76により覆われる。有機絶縁膜76は保護絶縁膜73のコンタクトホール74に対応して拡張ソース電極72を部分的に露出するコンタクトホール75を有する。画素電極77はコンタクトホール74、75において拡張ソース電極72にコンタクトして有機絶縁膜76上に形成され、配向膜83により覆われる。

【0013】複数の画素電極77は対向基板82側から液晶層85を介して入射する光を高い反射率で散乱させる反射板としても機能し、有機絶縁膜76の上部表面を下地として形成される金属層である。有機絶縁膜76は各々画素領域PXの範囲においてランダムに配置される複数の半球状凸部76aおよびこれら凸部76aを囲むように配置される凹部76bから構成される複数の凹凸パターンを有する。複数の画素電極77は例えば銀、アルミニウム、あるいはこれらの合金のような金属材料を含み、有機絶縁膜76の凹凸パターンに沿って所定の厚

(4)

5

さで形成される。このため、各画素電極77は対応画素領域PXの範囲においてランダムに配置されるように有機絶縁膜76の複数の半球状凸部76aによって規定される複数の半球状凸部77aおよびこれら凸部77aを囲んで配置されるように有機絶縁膜の凹部76bによって規定される凹部77bから構成される凹凸パターンを有する。複数の画素電極77の凹凸パターンは図3に

A、Bで示す2種類であり、同種の凹凸パターンがこれら画素電極77の行および列方向において隣接しないように配列される。各画素電極の凹凸パターンにおいて、

複数の凸部77aは入射光に対する主散乱部を構成し、凹部77bは入射光に対する副散乱部を構成する。  
【0014】次に、上述した反射型液晶表示装置の製造工程を説明する。  
【0015】アレイ基板78の製造では、高歪点ガラス板や石英板等が絶縁基板60として用いられ、半導体層67が例えばアモルファスシリコンをCVD法などにより50nm程度の厚さで絶縁基板60上に堆積し、450℃で1時間炉アニールを行った後XeClエキシマレーザを照射することによりアモルファスシリコンを多結晶シリコン膜として結晶化し、さらにこの多結晶シリコン膜をフォトリソ法でパターニングすることにより形成される。続いて、ゲート絶縁膜61がSiO<sub>x</sub>をCVD法により100nm程度の厚さで半導体層67および絶縁基板60上に堆積することにより形成される。続いて、ゲート電極64、走査線62、補助容量線63、およびその他の駆動回路用薄膜トランジスタのゲート電極および配線がTa、Cr、Al、Mo、WおよびCuなどの単体又はその積層膜あるいは合金膜をゲート絶縁膜61上に400nm程度の厚さで堆積し、これをフォトリソ法で所定形状にパターニングすることにより形成される。この後、例えばリンのような不純物がゲート電極64をマスクとして用いたイオン注入やイオンドーピング法で半導体層67にドーピングされる。ここでは、リンイオンが例えばPH<sub>3</sub>/H<sub>2</sub>の雰囲気において加速電圧80keVで加速され、ドーピング量 $5 \times 10^{15}$  atoms/cm<sup>2</sup>という高濃度で注入される。この後、画素用薄膜トランジスタのドレイン電極65、ソース電極66、および駆動回路用Nチャネル薄膜トランジスタのソースおよびドレイン電極が形成される。

【0016】続いて、画素用薄膜トランジスタSW、駆動回路用Nチャネル薄膜トランジスタが不純物を注入されないようにレジストで覆われ、例えばボロンのような不純物が駆動回路用Pチャネル薄膜トランジスタのゲート電極をマスクとしてドーピングされる。ここでは、ボロンイオンが例えばB<sub>2</sub>H<sub>6</sub>/H<sub>2</sub>の雰囲気において加速電圧80keVで加速され、ドーピング量 $5 \times 10^{15}$  atoms/cm<sup>2</sup>という高濃度で注入される。この後、Pチャネル薄膜トランジスタのソース電極およびドレイン電極が形成される。さらに、Nチャネル型薄膜トランジスタSWをL

6

DD (Lightly Doped Drain) 構造とするための不純物注入が行われ、不純物注入領域をアニーリングすることにより活性化してソース67bおよびドレイン67aを構成する。

【0017】続いて、層間絶縁膜68が例えばPECVD法を用いてSiO<sub>2</sub>を500nm程度の厚さでゲート電極64、走査線62、補助容量線63、その他の駆動回路配線、およびゲート絶縁膜61上に堆積することにより形成される。層間絶縁膜68はフォトリソ法で半導体層67のソース67bおよびドレイン67aを露出させるようにパターニングされ、これによりコンタクトホール69および70を形成する。

【0018】続いて、Ta、Cr、Al、Mo、W、Cuなどの単体又はその積層膜あるいは合金膜が500nm程度の厚さで層間絶縁膜68上に堆積され、フォトリソ法で所定の形状にパターニングされ、これにより信号線71、ソース電極66、拡張ソース電極72、および駆動回路用の配線を形成する。

【0019】続いて、保護絶縁膜73がSiN<sub>x</sub>をPECVD法でこれら配線および層間絶縁膜68上に堆積することにより形成され、コンタクトホール74が保護絶縁膜73をフォトリソ法でパターニングすることにより形成される。

【0020】続いて、例えば感光性樹脂が有機絶縁膜76として保護絶縁膜73上に2μm程度の厚さで塗布され、これがコンタクトホール75用フォトリソマスクを用いてコンタクトホール74に対応する範囲で部分的に露光され、さらに信号線71に重ならないように各画素領域PXの範囲においてランダムなピッチで配置された複数の円形遮光部を持つ凹凸パターン用フォトリソマスクを用いて露光される。ここで、凹凸パターン用露光量は有機絶縁膜76に形成されるコンタクトホール用の露光量の約10%~50%に設定される。凹凸パターン用フォトリソマスクは図3において太線で示す2×2画素のサイズを有し、凹凸パターンAをパターン位置(1, 1)および(2, 2)で規定し凹凸パターンBをパターン位置(2, 1)および(1, 2)で規定する。露光は例えば図3に矢印で示すようにこのフォトリソマスクを画素電極77の行方向に2画素分ずつシフトしながら行われる。この場合、フォトリソマスクは各行の最終画素電極77に到達する毎に画素電極77の列方向にさらに2画素分シフトされる。逆に、この露光はフォトリソマスクを画素電極77の列方向に2画素分ずつシフトしながら行われてもよい。この場合、フォトリソマスクは各列の最終画素電極77に到達する毎に画素電極77の行方向にさらに2画素分シフトされる。

【0021】続いて、有機絶縁膜76が上述の露光部分を除去するために現像され、これにより複数の凸部76aおよび凹部76bをコンタクトホール75と共に有機絶縁膜76に形成する。この段階では凸部76aおよび



(5)

7

凹部76bが鋭角状であるため、アレイ基板78の熱処理が例えば200℃で60分程度行われる。これにより、凸部76aおよび凹部76bの表面が角のとれた滑らかな状態になる。

【0022】続いて、Al、Ni、CrおよびAg等の金属膜がスパッタ法により200nm程度の厚さで有機絶縁膜76上に堆積され、フォトエッチング法で所定の形状にパターニングされ、これにより拡張ソース領域72にコンタクトし補助容量線63と容量結合する画素電極77を形成する。

【0023】続いて、複数の柱状スペーサが液晶層85の厚さとなる所定の間隙を確保するために所定領域に形成され、配向膜83が低温キュア型のポリイミドを印刷により画素電極77および有機絶縁膜76を覆うように3μm程度塗布しこれをラビング処理することにより形成される。

【0024】他方、対向基板82の製造では、高歪点ガラス板や石英板等が光透過性の絶縁基板79として用いられ、顔料などを分散させた着色層80がこの絶縁基板79上に形成される。透明な対向電極81は例えばITOをスパッタ法で着色層80上に堆積することにより形成される。続いて、配向膜84が低温キュア型のポリイミドを印刷により透明対向電極81を覆うように3μm程度塗布しこれをラビング処理することにより形成される。尚、配向膜83および84のラビング処理は、これらの配向軸が互いに例えば70°ずれる方向に行われる。アレイ基板78および対向基板82は配向膜83および84の形成後に一体化される。具体的には、アレイ基板78および対向基板82が配向膜83および84を内側にして向かい合わせられ、周縁シール材を介して貼り合わされる。液晶層85はアレイ基板78および対向基板82間において周縁シール材で囲まれた液晶注入空間をセルとし、ネマチック液晶のような液晶組成物をこのセルに注入し封止することにより得られる。偏光板40はこうして液晶層85がアレイ基板78および対向基板82間に挟持された状態で、着色層80とは反対側において透明絶縁基板79に貼り付けられる。反射型液晶表示装置は上述のようにして完成する。

【0025】第1実施形態の液晶表示装置によれば、反射板が複数の画素電極77により構成され、各画素電極77が凹凸パターンA、Bの一方を持つ。ここで、凹凸パターンA、Bは同種の凹凸パターンが隣接しないように組み合わせられて複数の画素電極77に形成される。すなわち、隣接する凹凸パターンが複数の画素領域PXの行および列方向の各々において互いに異なるため、これら画素電極77の凹凸パターンA、Bで散乱される光の干渉を全体として不規則にすることができる。このため、良好なコントラストを損なうことなく光の干渉による画像の見にくさを低減できる。

【0026】図4は図3に示すパターン配列の第1変形

8

例を示す。第1変形例では、凹凸パターン用フォトマスクは図4において太線で示す3×3画素のサイズを有し、凹凸パターンAをパターン位置(1, 1)、(2, 3)および(3, 2)で規定し、凹凸パターンBをパターン位置(1, 2)、(2, 1)および(3, 3)で規定し、凹凸パターンCをパターン位置(1, 3)、(2, 2)および(3, 1)で規定する。露光は例えば図4に矢印で示すようにこのフォトマスクを画素電極77の行方向に3画素分ずつシフトしながら行われる。この場合、フォトマスクは各行の最終画素電極77に到達する毎に画素電極77の列方向に3画素分シフトされる。

【0027】第1変形例によれば、凹凸パターンA、B、Cは同種の凹凸パターンが隣接しないように組み合わせられて複数の画素電極77に形成される。特に第1変形例の配列はこれら画素電極77の凹凸パターンA、B、Cで散乱される光の干渉を全体として図3に示す配列の場合よりも不規則にすることができる。このため、良好なコントラストを損なうことなく光の干渉による画像の見にくさをさらに低減できる。

【0028】図5は図3に示すパターン配列の第2変形例を示す。第2変形例では、凹凸パターン用フォトマスクは図5において太線で示す3×3画素のサイズを有し、凹凸パターンAをパターン位置(1, 1)、(2, 3)および(3, 2)で規定し、凹凸パターンBをパターン位置(1, 2)、(2, 1)および(3, 3)で規定し、凹凸パターンCをパターン位置(1, 3)、(2, 2)および(3, 1)で規定する。露光は例えば図5に矢印で示すようにこのフォトマスクを画素電極77の行方向に3画素分および列方向に2画素分ずつシフトしながら行われる。

【0029】第2変形例によれば、凹凸パターンA、B、Cは同種の凹凸パターンが隣接しないように組み合わせられて複数の画素電極77に形成される。特に第2変形例の配列は、これら画素電極77の凹凸パターンA、B、Cで散乱される光の干渉を全体として図4に示す配列の場合よりも不規則にすることができる。このため、良好なコントラストを損なうことなく光の干渉による画像の見にくさをさらに低減できる。

【0030】次に、本発明の第2実施形態に係る反射型液晶表示装置を説明する。図6はこの反射型液晶表示装置の部分的な平面構造を示す。この液晶表示装置は以下のことを除いて第1実施形態と同様に構成される。このため、図6において第1実施形態と同様な部分を同一参照符号で示し、その説明を省略する。

【0031】この反射型液晶表示装置では、複数種の凹凸パターンが互いに異なる表示色の画素領域PXの画素電極77にそれぞれ形成され、各凹凸パターンの主散乱部の平均ピッチが対応画素領域PXの表示色の波長λに依存する。具体的には、各画素電極77にランダムに配

(6)

9

置される複数の凸部76aの平均ピッチが着色層80の対応カラーフィルタ色の波長λに対応して決定される。

【0032】n列の画素電極77、n+1列の画素電極77、およびn+2列の画素電極77（ここで、n=1, 2, 3, …）は赤、緑、青のカラーフィルタにそれぞれ対向し、例えば複数の凸部77aが赤画素用の主散乱部として平均ピッチd<sub>red</sub>でランダムに配置される凹凸パターンR、複数の凸部77aが緑画素用の主散乱部として平均ピッチd<sub>green</sub>でランダムに配置される凹凸パターンG、および複数の凸部77aが青画素用の主散乱部として平均ピッチd<sub>blue</sub>でランダムに配置される凹凸パターンBを有する。また、凹凸パターンR、G、Bの各々では、凹部が第1実施形態と同様に副散乱部として複数の凸部77aを囲むように配置される。

【0033】これら平均ピッチd<sub>red</sub>、d<sub>green</sub>、d<sub>blue</sub>はカラーフィルタ色の波長λが短いほど短く、カラーフィルタ色の波長λが長いほど長く設定され、d<sub>red</sub> > d<sub>green</sub> > d<sub>blue</sub>という関係となる。具体的には、良好な白色表示を行うため、同一方向から入射した\*

$$\sin \theta_4 = \sin \theta_1 \cos 2\theta_3 + \sin 2\theta_3 \sqrt{\left(\frac{n_2}{n_1}\right)^2 - \sin^2 \theta_1}$$

【0036】ここで、液晶材料の屈折率n<sub>2</sub>は一般に短波長の方が大きいので、上式よりθ<sub>1</sub>方向からの入射光に対して、出射角θ<sub>4</sub>は波長λが短いほど大きくなる。すなわち、赤色成分光の出射角をθ<sub>4</sub>(red)、青色成分光の出射角をθ<sub>4</sub>(blue)とすると、これらはθ<sub>4</sub>(red) > θ<sub>4</sub>(blue)という関係になる。従って、図17に示す従来の反射型液晶表示装置のように表示色に関係なく全画素電極に単種の凹凸パターンを形成した場合、反射光の色づきが液晶層に対して斜め方向で観察されてしまうために良好な白色表示を行うことができない。

【0037】これに対し、図6に示す第2実施形態の反射型液晶表示装置では、凹凸パターンR、G、Bが赤、緑、および青用の画素領域PXの画素電極77にそれぞれ形成され、凹凸パターンR、G、Bの主散乱部の平均ピッチがそれぞれの画素領域PXの表示色である赤、緑、および青の波長λに依存する。図7は図6に示すVI-I-VII線に沿った赤用画素領域の断面での光線軌跡を示し、図8は図6に示すVIII-VIII線に沿った青用画素領域の断面での光線軌跡を示す。図7および図8では、n<sub>1</sub>が空気中の屈折率、n<sub>2</sub>が液晶材料の屈折率、θ<sub>1</sub>が外部から液晶層85に向かう入射光の入射角、θ<sub>2</sub>が液晶層85で屈折され画素電極77に向かう入射光の出射角、θ<sub>3</sub>が水平面に対する画素電極77の傾き、θ<sub>4</sub>が画素電極77で反射され液晶層85の外部に向かう反射光の出射角をそれぞれ表す。凸部77aのピッチは図7において図8に示すピッチよりも長い。凸部77aと凹部77bの高低差は上述のピッチによって変化しないが、ピッチが長い方が水平面に対する画素電極77の傾

10

\* 白色光が赤、緑、青の画素領域においてそれぞれの波長λに対応して互いに異なる方向に反射され、互いに等しい方向に出射されるように設定される。

【0034】次に光線軌跡について図17に示すように単種の凹凸パターンが全画素電極に形成される従来の反射型液晶表示装置と図6に示す第2実施形態の反射型液晶表示装置と比較する。図18は図17に示すXVIII-XV III線に沿った赤用画素領域の断面での光線軌跡を示し、図19は図17に示すXIX-XIX線に沿った青用画素領域の断面での光線軌跡を示す。図18および図19では、n<sub>1</sub>が空気中の屈折率、n<sub>2</sub>が液晶材料の屈折率、θ<sub>1</sub>が外部から液晶層に向かう入射光の入射角、θ<sub>2</sub>が液晶層で屈折され画素電極に向かう入射光の出射角、θ<sub>3</sub>が水平面に対する画素電極の傾き、θ<sub>4</sub>が画素電極で反射され液晶層の外部に向かう反射光の出射角をそれぞれ表す。出射角θ<sub>4</sub>は入射角θ<sub>1</sub>、傾きθ<sub>3</sub>、屈折率n<sub>1</sub>、および屈折率n<sub>2</sub>に対して次のような関係を持つ。

【0035】

【数1】

きθ<sub>3</sub>の最大値を小さく形成できる。すなわち、画素電極77の傾きθ<sub>3</sub>となるピッチをさらに長くして画素電極77の傾きθ<sub>3</sub>'を得た場合、傾きθ<sub>3</sub>およびθ<sub>3</sub>'はθ<sub>3</sub>' < θ<sub>3</sub>という関係になる。ここで、赤色成分光の出射角θ<sub>4</sub>(red) = 青色成分光の出射角θ<sub>4</sub>(blue)となるように、上式の関係からピッチを表示色毎に選定することで、出射角を表示色に依存しない一律の値にすることができる。これにより、反射光の色づきが液晶層85に対して斜め方向でも観察されることを無くすることができるため、良好な白色表示を行うことができる。

【0038】凹凸パターン用フォトマスクは図9において太線で示す1×3画素のサイズを有し、凹凸パターンRをパターン位置(1, 1)で規定し、凹凸パターンGをパターン位置(1, 2)で規定し、凹凸パターンBをパターン位置(1, 3)で規定する。露光は例えば図9に矢印で示すようにこのフォトマスクを画素電極77の行方向に3画素分ずつシフトしながら行われる。この場合、フォトマスクは各行の最終画素電極77に到達する毎に画素電極77の列方向に1画素分シフトされる。

【0039】第1実施形態の液晶表示装置によれば、凹凸パターンR、G、Bは同種の凹凸パターンが隣接しないように組み合わせられて複数の画素電極77に形成される。これにより、画素電極77の凹凸パターンR、G、Bで散乱される光の干渉を全体として不規則にすることができる。従って、良好なコントラストを損なうことなく光の干渉による画像の見にくさをさらに低減できる。さらに、これら凹凸パターンR、G、Bの主散乱部、すなわち凸部77aの平均ピッチが出射角θ<sub>4</sub>を一致させ

(7)

11

るようそれぞれ赤、緑および青のカラーフィルタの波長入に対応して決定されるため、反射光の色づきが液晶層 85 に対して斜め方向でも観察されることなく良好な白色表示を行うことができる。

【0040】図 10 は図 9 に示す凹凸パターンの組合せおよび配列の変形例を示す。この変形例は、赤、緑、青のカラーフィルタがストライプ状の代わりにマトリクス状に配置された場合に適用される。この場合、凹凸パターン用フォトマスクは図 10 において太線で示す 3×3 画素のサイズを有し、凹凸パターン R を赤用画素領域 P X に対応するパターン位置 (1, 1)、(2, 3) および (3, 2) で規定し、凹凸パターン G を緑用画素領域 P X に対応するパターン位置 (1, 2)、(2, 1) および (3, 3) で規定し、凹凸パターン B を青用画素領域 P X に対応するパターン位置 (1, 3)、(2, 2) および (3, 1) で規定する。露光は例えば図 10 に矢印で示すようにこのフォトマスクを画素電極 77 の行方向に 3 画素分ずつシフトしながら行われる。この場合、フォトマスクは各行の最終画素電極 77 に到達する毎に画素電極 77 の列方向に 3 画素分シフトされる。

【0041】この変形例によれば、画素領域 P X の表示色が各列において異なる場合でも上述の第 2 実施形態と同様の効果を得ることができる。

【0042】以下、本発明の第 3 実施形態に係る半透過型液晶表示装置について添付図面を参照して説明する。図 11 はこの半透過型液晶表示装置の部分的な平面構造を示し、図 12 は図 11 に示す画素付近の断面構造を示す。この液晶表示装置は図 12 に示すようにアレイ基板 78、対向基板 82、これら基板 78 および 82 間に挟持される液晶層 85 を備える。図 11 および図 12 では、第 1 実施形態と同様な部分を同一参照符号で示す。

【0043】アレイ基板 78 は絶縁基板 60、マトリクス状に配置される複数の画素電極 77、これら画素電極 77 の列に沿って配置される複数の信号線 71、これら画素電極 77 の行に沿って配置される複数の走査線 62、各々対応走査線 62 および対応信号線 71 の交差位置近傍に画素用スイッチング素子として配置される複数の薄膜トランジスタ (TFT) SW、複数の走査線 62 および複数の信号線 71 を駆動する駆動回路、および複数の画素電極 77 を覆う配向膜 83 を含む。対向基板 82 は光透過性の絶縁基板 79 と、各々対応列の画素電極 77 に対向して行方向に順番に並ぶ赤、緑、および青のストライプ状カラーフィルタとして絶縁基板 79 上に形成される着色層 80 と、着色層 80 を覆う透明対向電極 81 と、この対向電極 81 を覆う配向膜 84 とを有する。また、偏光板 40 が着色層 80 とは反対側において透明絶縁基板 79 に貼り付けられる。この半透過型液晶表示装置では、液晶層 85 が複数の画素電極 77 にそれぞれ対応して複数の画素領域 P X に区画され、各画素領域 P X が 2 本の隣接走査線 62 と 2 本の隣接信号線 71

12

との間にほぼ規定される。各薄膜トランジスタ SW は対応走査線 62 から供給される走査パルスに応答して導通し、対応信号線 71 の電位を対応画素電極 77 に供給する。各画素電極 77 は対応信号線 71 の電位を画素電位として液晶層 85 の対応画素領域 P X に印加し、この画素電位と対向電極 81 の電位との電位差に基づいて画素領域 P X の透過率を制御する。走査線 62 および信号線 71 の駆動回路は画素用スイッチング素子と同様に形成される複数の薄膜トランジスタおよびこれらの配線により構成される。これら薄膜トランジスタは P チャネル型および N チャネル型を含む。

【0044】アレイ基板 78 において、各薄膜トランジスタ SW は半導体層 67 と、この半導体層 67 の上方に絶縁して形成され対応走査線 62 に接続されるゲート電極 64 と、ゲート電極 64 の両側において半導体層 67 にコンタクトホール 69、70 を介してコンタクトし対応画素電極 77 および対応信号線 71 にそれぞれ接続されるソースおよびドレイン電極 66、65 とを有する。半導体層 67 は絶縁基板 60 上に形成され、絶縁基板 60 と一緒にゲート絶縁膜 61 により覆われる。ゲート電極 64 はこのゲート絶縁膜 61 により半導体層 67 から絶縁され、このゲート絶縁膜 61 上で対応走査線 62 と一体的に形成される。さらに複数の補助容量線 63 が複数行の画素電極 77 にそれぞれ容量結合するようにゲート絶縁膜 61 上に形成される。ゲート電極 64 および走査線 62、および補助容量線 63 はゲート絶縁膜 61 と一緒に層間絶縁膜 68 により覆われる。コンタクトホール 69、70 はゲート電極 64 の両側において半導体層 67 内に形成されるソース 67b およびドレイン 67a を露出するように層間絶縁膜 68 およびゲート絶縁膜 61 に形成される。ソースおよびドレイン電極 66、65 はこれらコンタクトホール 69、70 において半導体層 67 のソース 67b およびドレイン 67a にそれぞれコンタクトして層間絶縁膜 68 上に形成される。ソース電極 66 は層間絶縁膜 68 上で拡張ソース電極 72 と一体的に形成され、ドレイン電極 65 は層間絶縁膜 68 上で対応信号線 71 と一体的に形成される。ソース電極 66、拡張ソース電極 72、ドレイン電極 65、および信号線 71 は層間絶縁膜 68 と一緒に保護絶縁膜 73 により覆われる。この保護絶縁膜 73 は拡張ソース電極 72 を部分的に露出するコンタクトホール 74 を有し、有機絶縁膜 76 により覆われる。有機絶縁膜 76 は保護絶縁膜 73 のコンタクトホール 74 に対応して拡張ソース電極 72 を部分的に露出するコンタクトホール 75 を有する。画素電極 77 はコンタクトホール 74、75 において拡張ソース電極 72 にコンタクトして有機絶縁膜 76 上に形成され、配向膜 83 により覆われる。

【0045】複数の画素電極 77 は対向基板 82 側から液晶層 85 を介して入射する光を高い反射率で散乱させる反射領域とバックライトからの光を透過したり吸収し

(8)

13

たりする透過領域とを兼ね備えており、有機絶縁膜76の上部表面を下地として形成されている。有機絶縁膜76は各々画素領域PXの範囲においてランダムに配置される複数の半球状凸部76aおよびこれら凸部76aを囲むように配置される凹部76bから構成される複数の凹凸パターンを有する。複数の画素電極77の透過領域電極77cは例えばITOからなる透過性導電性膜で形成されている。また、画素電極77の反射領域電極は例えば銀、アルミニウム、あるいはこれらの合金のような金属材料を含み、有機絶縁膜76の凹凸パターンに沿って所定の厚さで形成される。このため、各画素電極77の反射領域は対応画素領域PXの範囲においてランダムに配置されるように有機絶縁膜76の複数の半球状凸部76aによって規定される複数の半球状凸部77aおよびこれら凸部77aを囲んで配置されるように有機絶縁膜の凹部76bによって規定される凹部77bから構成される凹凸パターンを有する。複数の画素電極77の凹凸パターンは図3にA、Bで示す2種類であり、同種の凹凸パターンがこれら画素電極77の行および列方向において隣接しないように配列される。各画素電極の凹凸パターンにおいて、複数の凸部77aは入射光に対する主散乱部を構成し、凹部77bは入射光に対する副散乱部を構成する。

【0046】次に、上述した半透過型液晶表示装置の製造工程を説明する。

【0047】アレイ基板78の製造では、高歪点ガラス板や石英板等が絶縁基板60として用いられ、半導体層67が例えばアモルファスシリコンをCVD法などにより50nm程度の厚さで絶縁基板60上に堆積し、450℃で1時間炉アニールを行った後XeClエキシマレーザを照射することによりアモルファスシリコンを多結晶シリコン膜として結晶化し、さらにこの多結晶シリコン膜をフォトリソ法でパターニングすることにより形成される。続いて、ゲート絶縁膜61がSiO<sub>2</sub>をCVD法により100nm程度の厚さで半導体層67および絶縁基板60上に堆積することにより形成される。続いて、ゲート電極64、走査線62、補助容量線63、およびその他の駆動回路用薄膜トランジスタのゲート電極および配線がTa、Cr、Al、Mo、WおよびCuなどの単体又はその積層膜あるいは合金膜をゲート絶縁膜61上に400nm程度の厚さで堆積し、これをフォトリソ法で所定形状にパターニングすることにより形成される。この後、例えばリンのような不純物がゲート電極64をマスクとして用いたイオン注入やイオンドーピング法で半導体層67にドーピングされる。ここでは、リンイオンが例えばPH<sub>3</sub>/H<sub>2</sub>の雰囲気において加速電圧80keVで加速され、ドーピング量 $5 \times 10^{15}$  atoms/cm<sup>2</sup>という高濃度でドーピングされる。この後、画素用薄膜トランジスタのドレイン電極65、ソース電極66、および駆動回路用Nチャネル薄膜トランジスタ

14

のソースおよびドレイン電極が形成される。

【0048】続いて、画素用薄膜トランジスタSW、駆動回路用Nチャネル薄膜トランジスタが不純物を注入されないようにレジストで覆われ、例えばボロンのような不純物が駆動回路用Pチャネル薄膜トランジスタのゲート電極をマスクとしてドーピングされる。ここでは、ボロンイオンが例えばB<sub>2</sub>H<sub>6</sub>/H<sub>2</sub>の雰囲気において加速電圧80keVで加速され、ドーピング量 $5 \times 10^{15}$  atoms/cm<sup>2</sup>という高濃度で注入される。この後、Pチャネル薄膜トランジスタのソース電極およびドレイン電極が形成される。さらに、Nチャネル型薄膜トランジスタSWをLDD (Lightly Doped Drain) 構造とするための不純物注入が行われ、不純物注入領域をアニーリングすることにより活性化してソース67bおよびドレイン67aを構成する。

【0049】続いて、層間絶縁膜68が例えばPECVD法を用いてSiO<sub>2</sub>を500nm程度の厚さでゲート電極64、走査線62、補助容量線63、その他の駆動回路配線、およびゲート絶縁膜61上に堆積することにより形成される。層間絶縁膜68はフォトリソ法で半導体層67のソース67bおよびドレイン67aを露出させるようにパターニングされ、これによりコンタクトホール69および70を形成する。

【0050】続いて、Ta、Cr、Al、Mo、W、Cuなどの単体又はその積層膜あるいは合金膜が500nm程度の厚さで層間絶縁膜68上に堆積され、フォトリソ法で所定の形状にパターニングされ、これにより信号線71、ソース電極66、拡張ソース電極72、および駆動回路用の配線を形成する。

【0051】続いて、保護絶縁膜73がSiN<sub>x</sub>をPECVD法でこれら配線および層間絶縁膜68上に堆積することにより形成され、コンタクトホール74が保護絶縁膜73をフォトリソ法でパターニングすることにより形成される。

【0052】続いて、例えば感光性樹脂が有機絶縁膜76として保護絶縁膜73上に2μm程度の厚さで塗布され、これがコンタクトホール75用フォトリソマスクを用いてコンタクトホール74に対応する範囲で部分的に露光され、さらに信号線71に重ならないように各画素領域PXの範囲においてランダムなピッチで配置された複数の円形遮光部を持つ凹凸パターン用フォトリソマスクを用いて露光される。ここで、凹凸パターン用露光量は有機絶縁膜76に形成されるコンタクトホール用の露光量の約10%~50%に設定される。凹凸パターン用フォトリソマスクは第1実施形態と同様に図3において太線で示す2×2画素のサイズが繰り返しサイズとなり、凹凸パターンAをパターン位置(1, 1)および(2, 2)で規定し、凹凸パターンBをパターン位置(2, 1)および(1, 2)で規定する。

【0053】続いて、有機絶縁膜76が上述の露光部分

(9)

15

を除去するために現像され、これにより複数の凸部76aおよび凹部76bをコンタクトホール75と共に有機絶縁膜76に形成する。この段階では凸部76aおよび凹部76bが鋭角状であるため、アレイ基板78の熱処理が例えば200℃で60分程度行われる。これにより、凸部76aおよび凹部76bの表面が角のとれた滑らかな状態になる。

【0054】続いて、ITO等の透過性導電性膜がスパッタ法により50nm程度の厚さで有機絶縁膜76上に堆積され、フォトリソ法で所定の形状にパターニングされ、これにより画素電極77の透過領域77cを形成する。続いて、Al, Ni, Cr, MoおよびAgなどの単体又はその積層膜あるいは合金膜がスパッタ法により200nm程度の厚さで有機絶縁膜76上に堆積され、フォトリソ法で所定の形状にパターニングされ、画素電極77の反射領域を形成する。画素電極77は拡張ソース領域72にコンタクトし補助容量線63と容量結合する。

【0055】続いて、複数の柱状スペーサが液晶層85の厚さとなる所定の間隙を確保するために所定領域に形成され、配向膜83が低温キュア型のポリイミドを印刷により画素電極77および有機絶縁膜76を覆うように3μm程度塗布しこれをラビング処理することにより形成される。

【0056】他方、対向基板82の製造では、高歪点ガラス板や石英板等が光透過性の絶縁基板79として用いられ、顔料などを分散させた着色層80がこの絶縁基板79上に形成される。透明な対向電極81は例えばITOをスパッタ法で着色層80上に堆積することにより形成される。続いて、配向膜84が低温キュア型のポリイミドを印刷により透明対向電極81を覆うように3μm程度塗布しこれをラビング処理することにより形成される。尚、配向膜83および84のラビング処理は、これらの配向軸が互いに例えば70°ずれる方向に行われる。アレイ基板78および対向基板82は配向膜83および84の形成後に一体化される。具体的には、アレイ基板78および対向基板82が配向膜83および84を内側にして向かい合わせられ、周縁シール材を介して貼り合わされる。液晶層85はアレイ基板78および対向基板82間において周縁シール材で囲まれた液晶注入空間をセルとし、ネマチック液晶のような液晶組成物をこのセルに注入し封止することにより得られる。偏光板40はこうして液晶層85がアレイ基板78および対向基板82間に挟持された状態で、着色層80とは反対側において透明絶縁基板79に貼り付けられる。半透過型液晶表示装置は上述のようにして完成する。

【0057】第3実施形態の半透過型液晶表示装置によれば、反射板が複数の画素電極77により構成され、各画素電極77が凹凸パターンA, Bの一方を持つ。ここで、凹凸パターンA, Bは同種の凹凸パターンが隣接し

16

ないように組み合わせられて複数の画素電極77に形成される。すなわち、隣接する凹凸パターンが複数の画素領域PXの行および列方向の各々において互いに異なるため、これら画素電極77の凹凸パターンA, Bで散乱される光の干渉を全体として不規則にすることができる。このため、良好なコントラストを損なうことなく光の干渉による画像の見にくさを低減できる。

【0058】尚、図3に示すパターン配列は図4、図5に示すパターン配列の変形例に置き換えられてもよい。

【0059】次に、本発明の第4実施形態に係る半透過型液晶表示装置を説明する。図13はこの半透過型液晶表示装置の部分的な平面構造を示す。この液晶表示装置は以下のことを除いて第3実施形態と同様に構成される。このため、図13において第3実施形態と同様な部分を同一参照符号で示し、その説明を省略する。

【0060】この半透過型液晶表示装置では、複数種の凹凸パターンが互いに異なる表示色の画素領域PXの画素電極77にそれぞれ形成され、各凹凸パターンの主散乱部の平均ピッチが対応画素領域PXの表示色の波長に依存する。具体的には、各画素電極77にランダムに配置される複数の凸部76aの平均ピッチが着色層80の対応カラーフィルタ色の波長λに対応して決定される。

【0061】n列の画素電極77、n+1列の画素電極77、およびn+2列の画素電極77（ここで、n=1, 2, 3, …）は赤、緑、青のカラーフィルタにそれぞれ対向し、例えば複数の凸部77aが赤画素用の主散乱部として平均ピッチ $d_{red}$ でランダムに配置される凹凸パターンR、複数の凸部77aが緑画素用の主散乱部として平均ピッチ $d_{green}$ でランダムに配置される凹凸パターンG、および複数の凸部77aが青画素用の主散乱部として平均ピッチ $d_{blue}$ でランダムに配置される凹凸パターンBを有する。また、凹凸パターンR, G, Bの各々では、凹部が第1実施形態と同様に副散乱部として複数の凸部77aを囲むように配置される。

【0062】これら平均ピッチ $d_{red}$ ,  $d_{green}$ ,  $d_{blue}$ はカラーフィルタ色の波長λが短いほど短く、カラーフィルタ色の波長λが長いほど長く設定され、 $d_{red} > d_{green} > d_{blue}$ という関係となる。具体的には、良好な白色表示を行うため、同一方向から入射した白色光が赤、緑、青の画素領域においてそれぞれの波長λに対応して互いに異なる方向に反射され、互いに等しい方向に出射されるように設定される。

【0063】次に光線軌跡について図17に示すように単種の凹凸パターンが全画素電極に形成される従来の反射型液晶表示装置と図13に示す第4実施形態の半透過型液晶表示装置と比較する。第2実施形態で説明したように、図18は図17に示すXVIII-XVIII線に沿った赤用画素領域の断面での光線軌跡を示し、図19は図17に示すXIX-XIX線に沿った青用画素領域の断面での光線軌跡を示す。図18および図19では、 $n_1$ が空気中



(10)

17

の屈折率、 $n_2$ が液晶材料の屈折率、 $\theta_1$ が外部から液晶層に向かう入射光の入射角、 $\theta_2$ が液晶層で屈折され画素電極に向かう入射光の出射角、 $\theta_3$ が水平面に対する画素電極の傾き、 $\theta_4$ が画素電極で反射され液晶層の外部に向かう反射光の出射角をそれぞれ表す。出射角 $\theta_*$

$$\sin \theta_4 = \sin \theta_1 \cos 2 \theta_3 + \sin 2 \theta_3 \sqrt{\left(\frac{n_2}{n_1}\right)^2 - \sin^2 \theta_1}$$

【0065】ここで、液晶材料の屈折率 $n_2$ は一般に短波長の方が大きいので、上式より $\theta_1$ 方向からの入射光に対して、出射角 $\theta_4$ は波長入が短いほど大きくなる。すなわち、赤色成分光の出射角を $\theta_4(\text{red})$ 、青色成分光の出射角を $\theta_4(\text{blue})$ とすると、これらは $\theta_4(\text{red}) > \theta_4(\text{blue})$ という関係になる。従って、図17に示す従来の反射型液晶表示装置のように表示色に関係なく全画素電極に単種の凹凸パターンを形成した場合、反射光の色づきが液晶層に対して斜め方向で観察されてしまうために良好な白色表示を行うことができない。

【0066】これに対し、図13に示す第4実施形態の半透過型液晶表示装置では、凹凸パターンR、G、Bが赤、緑、および青用の画素領域PXの画素電極77にそれぞれ形成され、凹凸パターンR、G、Bの主散乱部の平均ピッチがそれぞれの画素領域PXの表示色である赤、緑、および青の波長入に依存する。図13に示すVI-VII線に沿った赤用画素領域の断面での光線軌跡は図7に示すようになり、図13に示すVIII-VIII線に沿った青用画素領域の断面での光線軌跡は図8に示すようになる。図7および図8では、 $n_1$ が空気中の屈折率、 $n_2$ が液晶材料の屈折率、 $\theta_1$ が外部から液晶層85に向かう入射光の入射角、 $\theta_2$ が液晶層85で屈折され画素電極77に向かう入射光の出射角、 $\theta_3$ が水平面に対する画素電極77の傾き、 $\theta_4$ が画素電極77で反射され液晶層85の外部に向かう反射光の出射角をそれぞれ表す。凸部77aのピッチは図7において図8に示すピッチよりも長い。凸部77aと凹部77bの高低差は上述のピッチによって変化しないが、ピッチが長い方が水平面に対する画素電極77の傾き $\theta_3$ の最大値を小さく形成できる。すなわち、画素電極77の傾き $\theta_3$ となるピッチをさらに長くして画素電極77の傾き $\theta_3'$ を得た場合、傾き $\theta_3$ および $\theta_3'$ は $\theta_3' < \theta_3$ という関係になる。ここで、赤色成分光の出射角 $\theta_4(\text{red})$ =青色成分光の出射角 $\theta_4(\text{blue})$ となるように、上式の関係からピッチを表示色毎に選定することで、出射角を表示色に依存しない一律の値にすることができる。これにより、反射光の色づきが液晶層85に対して斜め方向でも観察されることを無くすることができるため、良好な白色表示を行うことができる。

【0067】凹凸パターン用フォトマスクは第2実施形態で用いた図9において太線で示す1×3画素のサイズを有し、凹凸パターンRをパターン位置(1, 1)で規

18

\* 4は入射角 $\theta_1$ 、傾き $\theta_3$ 、屈折率 $n_1$ 、および屈折率 $n_2$ に対して次のような関係を持つ。

【0064】

【数2】

定し、凹凸パターンGをパターン位置(1, 2)で規定し、凹凸パターンBをパターン位置(1, 3)で規定する。露光は例えば図9に矢印で示すようにこのフォトマスクを画素電極77の行方向に3画素分ずつシフトしながら行われる。この場合、フォトマスクは各行の最終画素電極77に到達する毎に画素電極77の列方向に1画素分シフトされる。

【0068】第4実施形態の半透過型液晶表示装置によれば、第2実施形態の反射型液晶表示装置と同様の効果が得られる。すなわち、凹凸パターンR、G、Bは同種の凹凸パターンが隣接しないように組み合わせられて複数の画素電極77に形成される。これにより、画素電極77の凹凸パターンR、G、Bで散乱される光の干渉を全体として不規則にすることができる。従って、良好なコントラストを損なうことなく光の干渉による画像の見にくさをさらに低減できる。さらに、これら凹凸パターンR、G、Bの主散乱部、すなわち凸部77aの平均ピッチが出射角 $\theta_4$ を一致させるようそれぞれ赤、緑および青のカラーフィルタの波長入に対応して決定されるため、反射光の色づきが液晶層85に対して斜め方向でも観察されること無く良好な白色表示を行うことができる。

【0069】尚、図9に示す凹凸パターンの組み合わせおよび配列は図10に示す変形例に置き換えられても良い。この変形例は、第2実施形態で説明したように、赤、緑、青のカラーフィルタがストライプ状の代わりにマトリクス状に配置された場合に適用される。この変形例によれば、画素領域PXの表示色が各列において異なる場合でも上述の第4実施形態と同様の効果を得ることができる。

【0070】尚、本発明は上述の実施形態に限定されず、その要旨を逸脱しない範囲で様々変形可能である。

【0071】例えば第3実施形態の半透過領域77cは図14および図15に示すように有機絶縁膜76の凹凸パターンを部分的に無くすことにより平坦に形成してもよい。さらに、第4実施形態の半透過領域77cについても同様に図16に示すように平坦にしてもよい。

【0072】第1から第4実施形態の有機絶縁膜76は各々画素領域PXの範囲においてランダムに配置される複数の半球状凹部およびこれら凹部を囲むように配置される凸部から構成される複数の凹凸パターンを有してもよい。この場合、各画素電極77は対応画素領域PXの範囲においてランダムに配置されるように有機絶縁膜7

(11)

19

6の複数の半球状凹部によって規定される複数の半球状凹部およびこれら凹部を囲んで配置されるように有機絶縁膜の凸部によって規定される凸部から構成される凹凸パターンを有することになる。従って、各画素電極77の凹凸パターンにおいて、複数の凹部は入射光に対する主散乱部を構成し、凸部は入射光に対する副散乱部を構成する。

【0073】また、各薄膜トランジスタSWの半導体層67はポリシリコンで構成されたが、アモルファスシリコンで構成することもできる。これだけでなく、本発明は薄膜トランジスタSWのような画素スイッチング素子を持たない単純マトリクス方式の反射型および半透過型液晶表示装置に適用することもできる。

【0074】また、散乱光の干渉を不規則にするだけで良い場合には、複数種の凹凸パターンが同種の凹凸パターンが複数の画素電極77の行方向および列方向の少なくとも一方で隣接しないように組み合わせられることを条件に、各凹凸パターンが1以上の隣接画素領域PX、具体的には1以上の隣接画素電極77に割り当てられても良い。さらに、複数種の凹凸パターンを全て組み合わせる代わりに、例えば4種の凹凸パターンから選択される3種を組み合わせることで並べるようにしても良い。

【0075】

【発明の効果】以上のように本発明によれば、周囲から入射する外光を用いてより高品質な表示画像を得られる液晶表示装置を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施形態に係る反射型液晶表示装置の部分的な平面構造を示す図である。

【図2】図1に示すII-II線に沿った画素付近の断面構造を示す図である。

【図3】図1に示す複数の画素電極に形成される複数種の凹凸パターンの組み合わせおよび配列を示す図である。

【図4】図3に示す凹凸パターンの組み合わせおよび配列の第1変形例を示す図である。

【図5】図3に示す凹凸パターンの組み合わせおよび配列の第2変形例を示す図である。

20

【図6】本発明の第2実施形態に係る反射型液晶表示装置の部分的な平面構造を示す図である。

【図7】図6に示すVII-VII線に沿った赤用画素領域の断面での光線軌跡を示す図である。

【図8】図6に示すVIII-VIII線に沿った青用画素領域の断面での光線軌跡を示す図である。

【図9】図6に示す複数の画素電極に形成される複数種の凹凸パターンの組み合わせおよび配列を示す図である。

【図10】図9に示す凹凸パターンの組み合わせおよび配列の変形例を示す図である。

【図11】本発明の第3実施形態に係る半透過型液晶表示装置の部分的な平面構造を示す図である。

【図12】図11に示すXII-XII線に沿った画素付近の断面構造を示す図である。

【図13】本発明の第4実施形態に係る半透過型液晶表示装置の部分的な平面構造を示す図である。

【図14】図11に示す半透過型液晶表示装置の変形例の平面構造を示す図である。

【図15】図14に示すXV-XV線に沿った画素付近の断面構造を示す図である。

【図16】図13に示す半透過型液晶表示装置の変形例の平面構造を示す図である。

【図17】従来の反射型液晶表示装置の部分的な平面構造を示す図である。

【図18】図17に示すXVIII-XVIII線に沿った赤用画素領域の断面での光線軌跡を示す図である。

【図19】図17に示すXIX-XIX線に沿った青用画素領域の断面での光線軌跡を示す図である。

【符号の説明】

76…有機絶縁膜

77…画素電極（反射板）

77a…凸部（主散乱部）

77b…凹部（副散乱部）

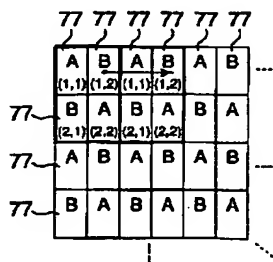
78…アレイ基板

82…対向基板

85…液晶層

PX…画素領域

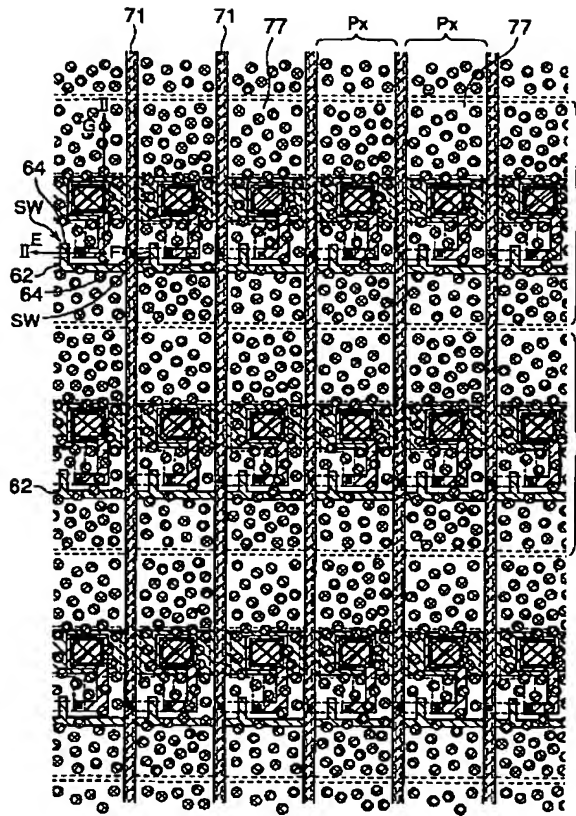
【図3】



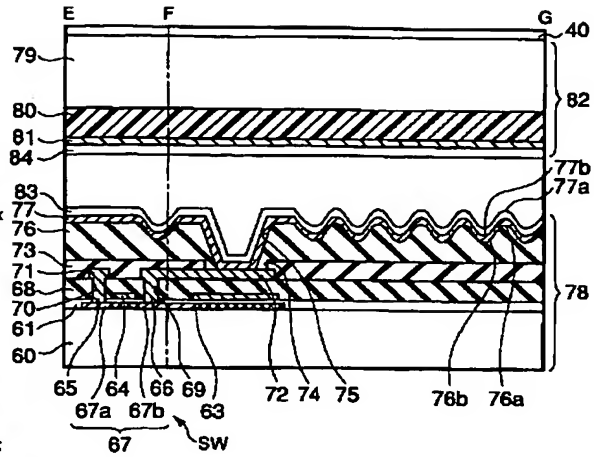


(12)

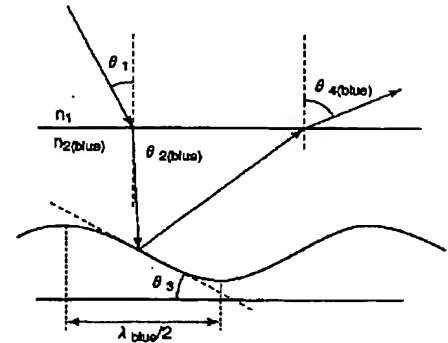
【図1】



【図2】



【図8】



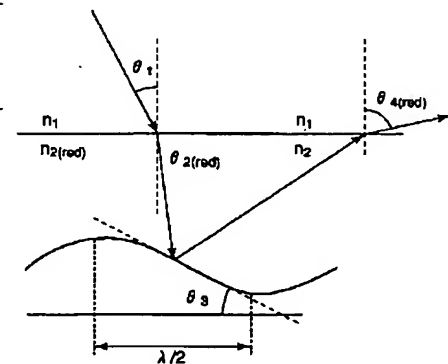
【図4】

77	A	B	C	A	B	C	A	B	C
77	(1,1)	(1,2)	(1,3)	(1,1)	(1,2)	(1,3)			
77	B	C	A	B	C	A	B	C	A
77	(2,1)	(2,2)	(2,3)	(2,1)	(2,2)	(2,3)			
77	C	A	B	C	A	B	C	A	B
77	(3,1)	(3,2)	(3,3)	(3,1)	(3,2)	(3,3)			
77	A	B	C	A	B	C	A	B	C
77	B	C	A	B	C	A	B	C	A
77	C	A	B	C	A	B	C	A	B

【図5】

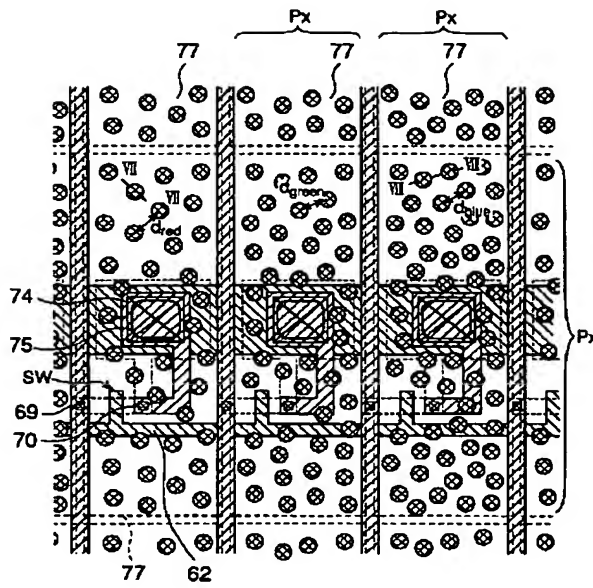
77	A	B	C	B	C	A	C	A	B	A	B	C
77	(1,1)	(1,2)	(1,3)									
77	B	C	A	C	A	B	C	B	C	A		
77	(2,1)	(2,2)	(2,3)									
77	C	A	B	A	B	C	B	C	A	C	A	B
77	(3,1)	(3,2)	(3,3)	(1,1)	(1,2)	(1,3)						
77	A	B	C	B	C	A	C	A	B	A	B	C
77	(2,1)	(2,2)	(2,3)									
77	B	C	A	C	A	B	A	B	C	B	C	A
77	(3,1)	(3,2)	(3,3)	(1,1)	(1,2)	(1,3)						
77	C	A	B	A	B	C	B	C	A	C	A	B
77	(2,1)	(2,2)	(2,3)									
77	A	B	C	B	C	A	C	A	B	A	B	C
77	(3,1)	(3,2)	(3,3)									
77	B	C	A	C	A	B	A	B	C	B	C	A

【図18】

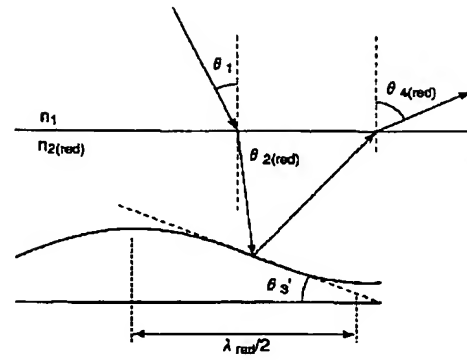


(13)

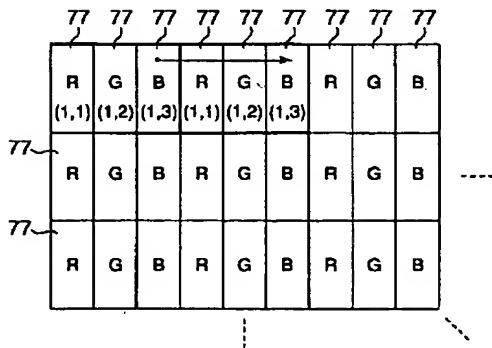
【図6】



【図7】



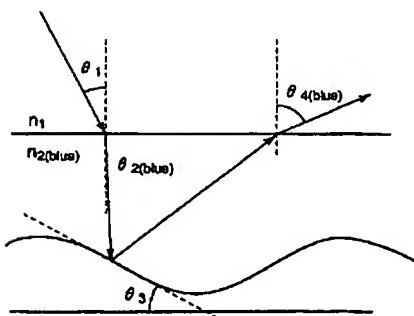
【図9】



【図10】

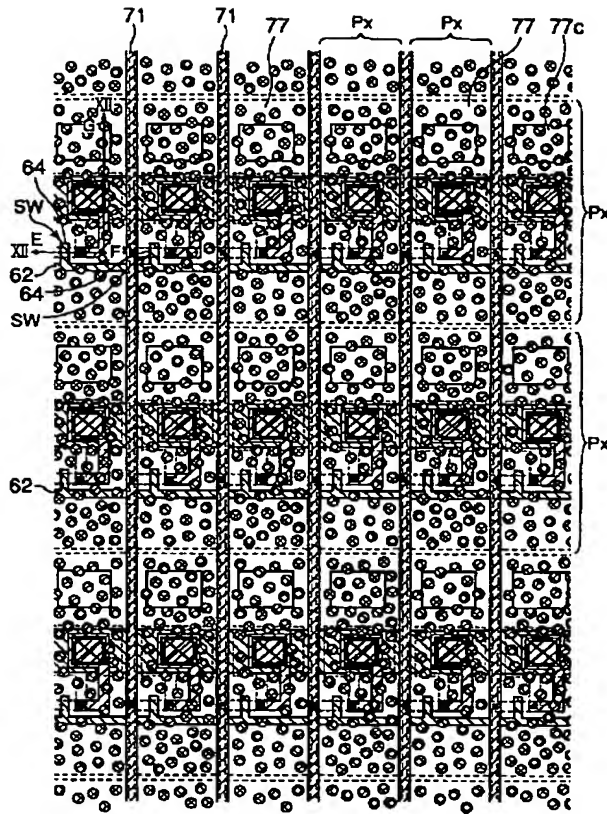
R	G	B	R	G	B	R	G	B	
(1,1)	(1,2)	(1,3)	(1,1)	(1,2)	(1,3)				
G	B	R	G	B	R	G	B	R	---
(2,1)	(2,2)	(2,3)	(2,1)	(2,2)	(2,3)				
B	R	G	B	R	G	B	R	G	
(3,1)	(3,2)	(3,3)	(3,1)	(3,2)	(3,3)				
R	G	B	R	G	B	R	G	B	

【図19】

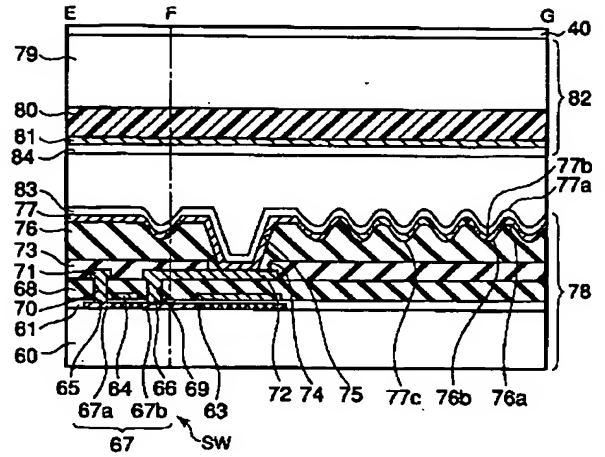


(14)

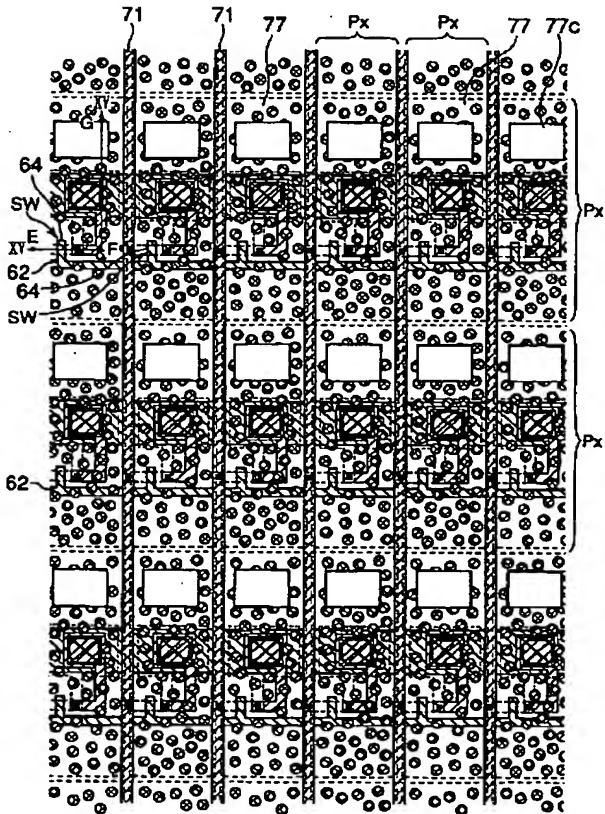
【図 11】



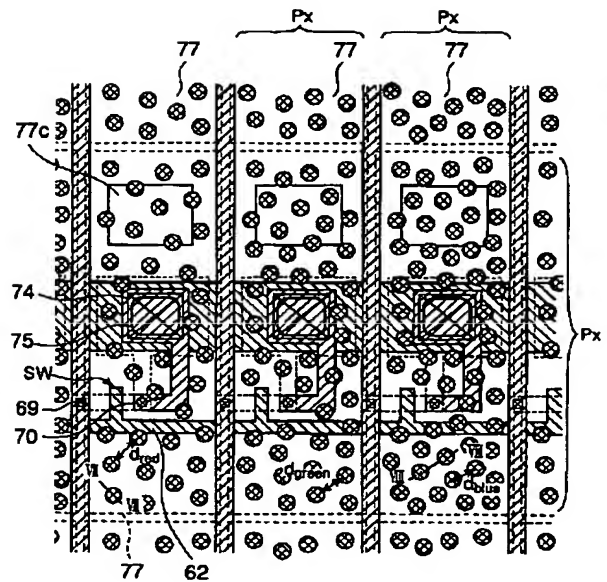
【図 12】



【図 14】

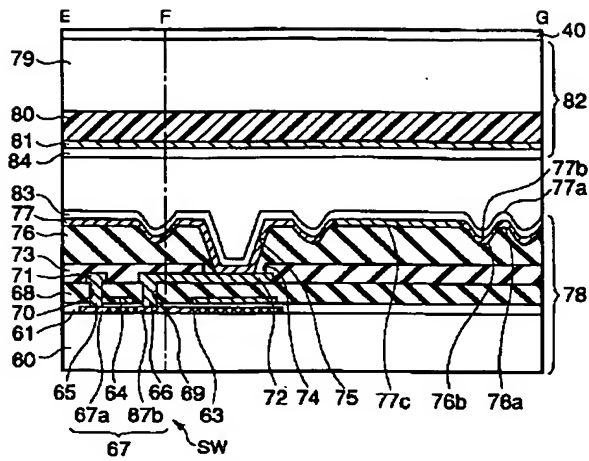


【図 13】

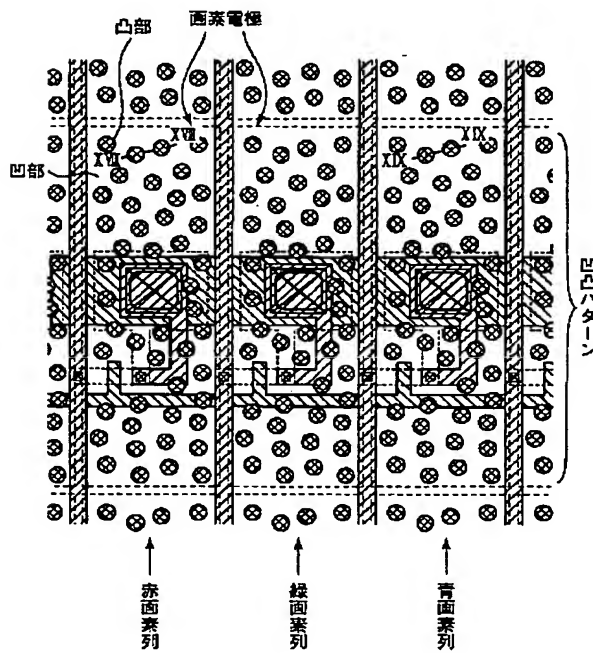


(15)

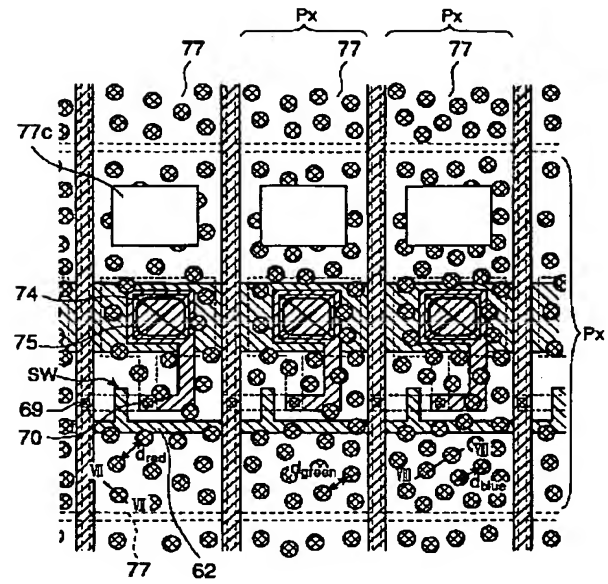
【図 15】



【図 17】



【図 16】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>  
G 0 9 F 9/35

識別記号

F I  
G O 9 F 9/35

テーマコード\* (参考)

(16)

Fターム(参考) 2H042 BA04 BA11 BA13 BA20  
2H091 FA02Y FA15Y FA16Y FC10  
FD04 GA02 GA13 LA16  
2H092 GA19 JA25 JA46 JB08 KB25  
MA13 NA01 PA08 PA12  
5C094 AA01 AA08 AA12 AA48 BA03  
BA43 CA19 CA20 CA24 DA13  
EA04 EA05 EA06 EB02 ED03  
ED11 FA04 FB01 FB15 GB10

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**